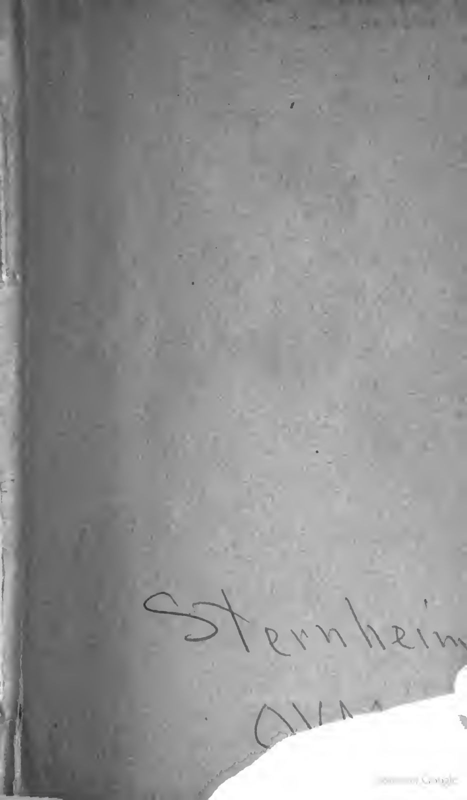
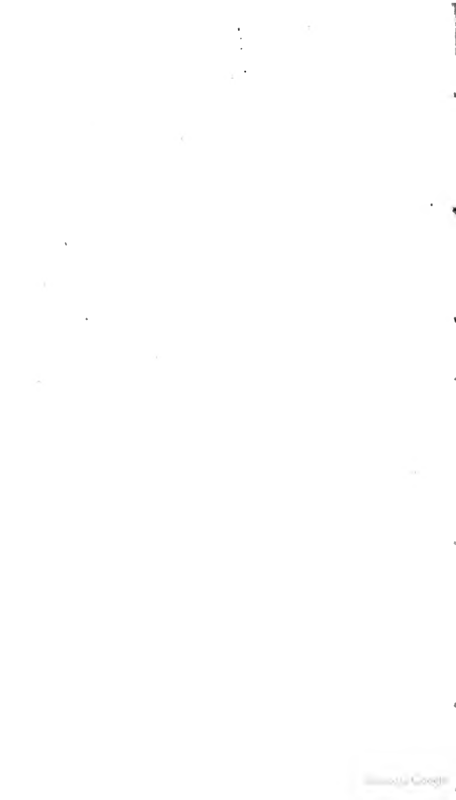





Sternheim







Conspectus

der

bis jetzt erschienenen 123 Bände

des

Neuen Schauplatzes

der

Künste und Handwerke.

Mit Berücksichtigung der neuesten Erfindungen. Herausgegeben von einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten. Mit vielen Abbildungen. 1817—42.

Die Jen. Litztg. 1828. Nr. 144 sagt von diesem Schauplatz: „Man müsse ihm das große Verdienst zugestehen, Monographieen von Gewerben veranlaßt zu haben, die wir bisher in deutscher Sprache noch gar nicht oder doch nicht so besessen hätten.“

1r	Bd.	Eupel, der vollkommene Conditor . .	1	Rthl.
2r	=	Thon, Kunst, Bücher zu binden . .	1	
3r	=	Barfuß, Optik, Katoptrik u. Dioptrik	$2\frac{2}{3}$	=
4r	=	Kunst des Seifensiedens und Lichtziehens	$1\frac{1}{4}$	=
5r	=	Stöckel, Tischlerkunst	$1\frac{1}{3}$	=
6r	=	Vitalis, Lehrb. d. gesammten Färberei	$2\frac{1}{2}$	=
7r	=	Woltersdorf, Brot=, Semmel= rc. Bäckerei	$1\frac{3}{4}$	=
8r	=	Schultze, Gold= und Silberarbeiter .	$1\frac{1}{3}$	=
9r	=	Heyder, d. Ganze d. Kleidermacherkunst	1	=
10r	=	Watin, Kunst des Staffirmalers .	1	=
11r	=	Der Schuh= und Stiefelmacher . .	$\frac{3}{4}$	=
12r	=	Thon, Fleischerhandwerk	$\frac{2}{3}$	=
13r	=	Huth, Handbuch der Kochkunst . .	$\frac{5}{6}$	=
14r	=	Thon, vollständige Anleitung zur Lakkirkunst	2	=
15r	=	Thon, Drehkunst in ihrem ganzen Umfange	$1\frac{1}{2}$	=
16r	=	Der vollkommene Parfümeur	$\frac{2}{3}$	=
17r	=	Lange, das Ganze der Lederbereitung .	$\frac{1}{3}$	=

18r Bd. Hüttmann, Cementir-, Tüncher- und Stuccatur-Arbeit . . . . 2 Rthl.
19r = Wölfer, Anweisung zum Treppenbau 1/3 =
20r = Schmidt, Chocoladefabrikant . . . 1/2 =
21r = Riffault, Färberei auf Wolle, Seide rc. 2/3 =
22r u. 23r Bd. Matthaey, Handbuch für Maurer . . . . 2 1/4 =
24r Bd. Schedel, Destillirkunst und Likörfabrikation . . . . 1 =
25r = Thon, Fabrikant bunter Papiere . . 1 =
26r = Matthaey, Stein- oder Dammsetzer 1 1/3 =
27r = Schulze, Unterricht im Bau der Reitsättel . . . . 3/4 =
28r = Wölfer, Kalk- und Gipsbrennerei . 3/4 =
29r = Servière, Cultur, Kelterung, Behandlung rc. der Weine . . . . 3/4 =
30r = Auch, Handbuch für Landuhrmacher . 1 1/3 =
31r = Höck, Nadler, Drahtzieher, Kardätschenmacher 1/2
32r = Beumenberger, vollkomm. Juwelier 3/4 =
33r = Fontenelle, Essig- und Senfbereitung 5/6 =
34r = Schaller, wohlunterrichteter Ziegler . 1 1/4 =
35r = Thon, Wachsfabrikant u. Wachszieher 1 =
36r = Fontenelle, Oelbereitung und Oelreinigung . . . . 1 1/4 =
37r = Wettengel, Anleitung zum Geigenbau 2 1/2 =
38r = Pilzecker, Hutmacherkunst . . . . 3/4 =
39r = Bergmann, Stärke- rc. Fabrikation 3/4 =
40r = Peclet, Gebäude-, Zimmer- und Straßen-Erleuchtung . . . . 1 1/2 =
41r = Leischner, vollkommene Linirkunst . 3/4 =
42r = Handbuch der Frisirkunst . . . . . 1/2 =
43r = Peschek, das Ganze des Steindrucks . 2/3 =
44r = Haumann, Seidenbau . . . . . 1 =
45r Der Brunnen-, Röhren-, Pumpen- und Spritzen-Meister . . . . 1 1/3 =
46r = Stratingh Bereitung und Anwendung des Chlors . . . . 1 1/2 =
47r—49r Bd. Matthaey, Handb. f. Zimmerleute 5 =
50r Bd. Grandpré, Handbuch d. Schlosserkunst 1 1/2 =
51r = Matthaey, Ofenbaumeister und Feuermechanist . . . . 1 1/4 =
52r = Matthaey, die Kunst des Bildhauers 1 1/2 =
53r = Lebrun, Klempner und Lampenfabrikant 1 1/6 =
54r = Thon, Kupferstecher- u. Holzschneidekunst 1 1/2 =

55r Bd. **Thon,** Lehrbuch der Reißkunst . . . 1¼ Rthl.
56r = **Bastenaire,** weißes Steingut zu machen 2 =
57r u. 58r Bd. **Weinholz,** Handbuch der Mühlenbaukunst . . . . 4 =
59r Bd. **Leischner,** Verfertigung v. Papparbeiten 1 =
60r = **Thon,** Anleitung Meerschaumköpfe zu verfertigen . . . . ¾ =
61r = **Matthaey,** der vollkommene Dachdecker 1½ =
62r = **Lenz,** Lehrbuch der Gewerbskunde . . 2 =
63r = **Bürck,** Juwelier, Gold- u. Silberarbeiter 2½ =
64r = **Ciliax,** Riemer und Sattler . . . . 1¼ =
65r = **Lebrun,** Wagner, Stellmacher und Chaisenfabrikant 3
66r—71r Bd. **Verdam,** Grundsätze der Werkzeugswissenschaft und Mechanik. I. Thl. 1¼ Rthl. — II. Thl. 3 Rthl. — III. Thl. 2 Rthl. — IV. Thl. 1e — 4e Abth. A. u. d. T. **Verdam,** Dampfmaschinen zu beurtheilen und zu erbauen. 5¼ Rthl. . 12 =
72r Bd. **Schmidt,** Handb. d. Zuckerfabrikation 2 =
73r und 74r Bd. **Lenormand,** Handbuch der Papierfabrikation . . . . 5 =
75r Bd. **Schumann,** durchsichtiges Porzellan anzufertigen . . . . 1½ =
76r = **Biot,** Anlegung und Ausführung aller Arten von Eisenbahnen . . . . . . 1⅓ =
78r = **Sternheim,** Construct. d. Sonnenuhren 1½ =
79r = **Lenz,** Handbuch der Glasfabrikation . 2⅔ =
80r und 81r B. **Hartmann,** Metallurgie für Künstler und Handwerker . . . . . 3⅓ =
82r Bd. **Siddon,** engl. Rathgeber zum Poliren, Beitzen, Lackiren 2c. 2c. . . . . . 1¾ =
83r = **Greener,** Gewehrfabrikation u. Büchsenmacherkunst . . . . 1⅓ =
84r = **Lenz,** der Handschuhfabrikant . . . 1 =
85r = **Landrin,** d. Kunst d. Messerschmiedes 1⅔ =
86r = **Rösling,** Beinschwarz-, Phosphor-, Salmiak- 2c. Fabrikation . . . . . . 2 =
87r = **Thon,** Staffirmalerei u. Vergoldungsk. 1⅓ =
88r = **Bastenaire,** Kunst, Töpferwaare zu fertigen . . . . 1¼ =
89r = **Thon,** Klavier-Saiten-Instrumente ¾ =
90r = **Barfuß,** Geschichte d. Uhrmacherkunst 1 =
91r = **Wölfer,** Seilerhandwerk . . . . . ⅚

Neuer

Schauplatz der Künste und Handwerke.

Mit

Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben

von

einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Mit vielen Abbildungen.



Acht und siebenzigster Band.

Sternheims populäre Gnomonik oder Construction der gebräuchlichsten Arten von Sonnenuhren mit Thierkreislinien und Beleuchtungsscalen.

Weimar, 1842.

Verlag, Druck und Lithographie von B. Fr. Voigt.

Populäre Gnomonik

oder

Construction der gebräuchlichsten Arten

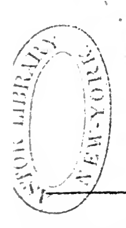
von

Sonnenuhren

mit Thierkreislinien und Beleuchtungsscalen

von

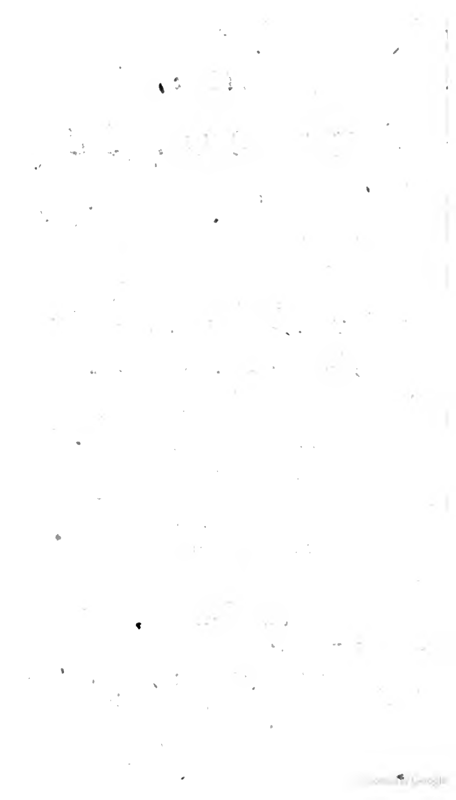
Hermann Sternheim
in Dresden.



Mit 9 Figurentafeln.

Zweite Ausgabe.

Weimar, 1842.
Verlag, Druck und Lithographie von B. Fr. Voigt.



Vorrede.

Das Bestreben, alle Wissenschaften so viel wie möglich populär zu machen, gewährt so unbestreitbare Vortheile, daß es sehr zu wünschen ist, dasselbe immer mehr erwachen zu sehen. Es versteht sich, daß dieses Streben seine Grenzen hat und haben muß und daß selbst eine populäre Wissenschaft nicht ein Werkzeug sein kann, dessen sich Jeder ohne Ausnahme zu bedienen vermag; denn sein Gebrauch erfordert immer erst wieder, mehr oder weniger, einige Kenntnisse und Uebungen, die aber gewöhnlich so einfach sind, daß sie wenigstens bei Vielen vorausgesetzt werden können.

Eines der weitesten und fruchtbarsten Felder für diese gemeinnützige Bearbeitung ist das der angewandten Mathematik, an der schon mehrere Theile mit so gutem Erfolge behandelt

worden sind, wie die mathemathische Geographie, die Astronomie u. m. a. Nächst diesen beiden verdient wohl aber ein in dem gesellschaftlichen Leben noch anwendbarer, die Gnomonik, oder die Lehre von der Verfertigung der Sonnenuhren, als das einzige Mittel, durch welches wir ohne höhere astronomische Kenntnisse in den Stand gesetzt werden, stets die wahre Zeit zu bestimmen und vermöge dieser die mechanischen Zeitmesser — die Feder- und Pendeluhren — zu ordnen und in gehörigem Gange zu erhalten, mehr und allgemeiner gekannt zu werden. Ganz besonders aber möchte dieses an Orten der Fall seyn, wo jene höheren astronomischen Kenntnisse nicht leicht zu erwarten sind oder wo zu ihrer öffentlichen Anwendung die Thurmuhren, die Regulators der übrigen Uhren, fehlen, wie dieses, das eine oder andere, in kleinen Städten und auf dem Lande stattfindet.

Die Ursache, warum man sich dieser einfachen, nützlichen Wissenschaft bisher so wenig und nur so einseitig bediente, liegt unstreitig hauptsächlich darin, daß man erst ein großes Feld des Studiums durchlaufen, erst beinahe Mathematiker werden mußte, ehe man dieselbe

erlernen konnte, da die vorhandenen populären Bearbeitungen theils sehr beschränkt und unvollkommen, ja oft selbst roh sind und mit dem jetzigen Zustande der Wissenschaften und Kenntnisse außer allem Verhältnisse liegen. Wir finden zwar fast in jedem Lehrbuche der Mathematik die Auflösung der Aufgbbe: „Auf einer gegebenen Fläche eine Sonnenuhr zu verzeichnen," aber stets nur auf analytischem Wege (durch Rechnung), welcher wenigstens die vollkommene Kenntniß der sphärischen Trigonometrie voraussetzt, was natürlich mit dem Berufe und Wirkungskreise Weniger übereinstimmt. Selbst das vor einiger Zeit erschienene Schriftchen: „Gnomonik oder Construction aller Arten von Sonnenuhren," vom Astronomen Litrow in Wien, ist analytisch und nur für Mathematikbeflissene bestimmt, die auch ohne dasselbe Sonnenuhren zu berechnen wissen müssen, für die es aber viele bequeme Formeln enthält.

Der Wunsch nun, diese Wissenschaft, ohne zu weitläufig zu werden, so Vielen wie möglich zugängig zu machen, veranlaßte mich zu dem Entwurfe dieses Werkchens, welches in systema-

tischer Zusammenstellung in einer Reihe von Beispielen, aus denen sich alle nur möglichen Fälle ableiten lassen, die Construction der anwendbarsten Arten von Sonnenuhren mit Thierkreislinien und Beleuchtungsscalen, so wie einige Betrachtnngen über diese enthält und das keine andern Kenntnisse voraussetzt, als den Gebrauch des Zirkels und Transporteurs, das Auf- und Uebertragen der Winkel und die Verzeichnung der Dreiecke, indem hier theils Alles ohne Rechnung blos durch Verzeichnung vollbracht wird, was auch für die Beweise gilt, theils die vorkommenden Gegenstände, welche andern mit der Gnomonik in unmittelbarer Verbindung stehenden Wissenschaften angehören, besonders erklärt sind. Man hat hierbei nicht zu fürchten, weniger richtige Resultate als auf dem analytischen Wege zu erhalten, wenn man nur den Maßstab nicht zu klein annimmt und mit richtigen Instrumenten auf gutem Materiale genau arbeitet, was bei den berechneten Uhren ebenfalls erfordert wird, da sie gleicherweise mit Zirkel und Transporteur oder Maßstab aufgetragen werden müssen; übrigens gelangen wir hier durch Construction schneller oder wenigstens eben so schnell

zum Ziele, als dies durch Rechnung geschieht; ganz besonders ist dieses aber bei den einfachern Uhren der Fall, wie bei der Aequinoctialuhr, der Horizontaluhr, den geneigten Mittags- und Mitternachtsuhren, den vertikalen Mittags-, Abend-, Mitternachts- und Morgenuhren und nächst diesen bei den Mittags-, Abend-, Mitternachts- und Morgen-Polaruhren, welche wegen ihrer leichten sehr einfachen Construction auch am meisten für den Gebrauch des Geschäftslebens anzuempfehlen sind.

Und bei so beschränkten Voraussetzungen den Hauptgegenstand dieses Werkchens für sich zu betrachten und zu erklären und dadurch einen schnellen, reinern Ueberblick seiner einzelnen Theile zu gewähren, habe ich die Nebenwissenschaften betreffenden Erläuterungen, als für sich bestehend, in einem Anhange zusammengestellt und bei den vorkommenden Fällen auf denselben verwiesen, was Denjenigen, die mit diesen Gegenständen bekannt sind, den Nutzen verschafft, dieselben ohne Störung übergehen zu können, während für alle Andere der Vortheil daraus entspringt, sich in der Kürze und im Zusammenhange in denselben zu unterrichten. Außer den vorzüg-

lichsten Theilen der mathematischen Geographie und krummlinigen Geometrie enthält dieser Anhang auch noch eine Tafel zur Verwaltung der wahren Sonnenzeit in mittlere und umgekehrt und eine Tafel zur Bestimmung der Abweichung der Sonne für alle Zeittheile des 19ten Jahrhunderts, so wie einige allgemeine Bemerkungen und ich habe mich in demselben so wie in dem Ganzen bestrebt, mit möglichst wissenschaftlicher Behandlung möglichste Kürze und Deutlichkeit zu verbinden und dabei Alles so gemeinnützig uud umfassend zu machen, als es der Zweck des Gegenstandes erlaubt.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Einleitung 1

Eintheilung der Sonnenuhren 4

Analemma 6

I. Klasse. 1. Die Aequinoctialuhr 11

2. Die Horizontaluhren 24

3. Die geneigten (inclinirenden) Uhren . . 48

a) Die geneigten Uhren. 1. Die geneigte Mittagsuhr 54

2. und 4. Die geneigten Morgen- und Abenduhren 60

3. Die geneigte Mitternachtsuhr . . 67

b. Die abweichend geneigten Uhren . . 72

1) Die Uhrfläche nach einem Punkt zwischen S. und O. 72

2) Die Uhrfläche nach einem Punkt zwischen S. und W. 78

3) Die Uhrfläche nach einem Punkt zwischen N. und W. 79

4) Die Uhrfläche nach einem Punkt zwischen N. und O. 81

Seite

4. Die Vertikaluhren 87
a. Die Vertikaluhren 88
1. Die Mittagsuhr 89
2. und 4. Abend= und Morgenuhr . . 91
3. Die Mitternachtsuhr 95
b. Die abweichenden Vertikaluhren . . 96
1) Uhrfläche nach S. und O. und S. und W. 97
2) = = N. und O. und N. und W. 103
5. Die Polaruhren 104
a. Die Polaruhren. 1) Mittags= oder Obere Polaruhr 106
2) und 4) Morgen= und Abend=Polaruhr 109
3) Mitternachts=Polaruhr . . . 109
b. Die abweichenden Polaruhren . . . 109
1) Uhrfläche nach S. und O. und S. und W. 110
2) = = N. und O. und N. und W. 111
II. Klasse. 1) Die Azimuthaluhren . . . 113
Vorrichtung zur genauen Bestimmung der wahren Zeit 128
Anhang. 1) Mathematische Geographie . . 130
2) Krummlinige Geometrie. 1) Parabole . 142
2) Ellipse 144
3) Hyperbole 146
3. Verwandlung der wahren Zeit in mittlere und umgekehrt 157
4. Bestimmung der Abweichung der Sonne . . 159
Schlußbemerkungen 162

Berichtigungen und Verbesserungen.

S. 1 Z. 12 lies **APQSA** statt **APQSC.**

— 9 — 14 v. u. l. fälle st. fülle.

— — — 9 u. 10 v. u. l. b'f, a'g' c'h st. bf, ag, ch.

— 11 — 11 v. u. l. den st. dem.

— — — 9 v. u. l. eintheilt st. mittheilt.

— 12 — 11 l. nnr st. nun.

— — — 12 l. der obern st. dem der obern.

— 13 — 10 l. derselben st. denselben.

— 15 — 14 v. u. l. ♏ st. ♍.

— 16 — 5 l. einen Ort st. einen andern Ort.

— 17 — 12 fehlt d. Hinweisung auf die Schlußbemerkungen S. 165 Z. 12.

— 25 — 6 v. u. l. nicht zu viel st. nicht viel.

— 27 — 2 l. a' b' c' st. a' b c'.

— — — 9 l. die, um gleiche st. die ungleichen.

— 30 — 8 v. u. l. Punkt 3 st. Punkt J.

— 31 — 14 v. u. l. Mittagslinie GE' st. Mittagslinie GE.

— 32 — 1, 3 u. 4 l. JCD' st. JCD.

— — — 7 l. JD' st. JD.

— 33 — 2 l. D'E' st. D'E.

— — — 12 v. u. sind die beiden Worte Stunden überflüssig.

— 34 — 19 l. Drehten st. Drehen.

— — — 14 v. u. l. a', b', c' st. a, b, c.

— — — 7 v. u. l. o, a' · · q. st. o, a . . q, b.

— 35 — 15 l. JCb st. JCB.

— 38 — 3 v. u. l. um st. im.

— 42 — 21 l. derselben st. denselben.

— 45 — 11 v. u. l. allen st. alten.

— 48 — 15 v. u. l. Lagen st. Bogen.

— — — 1 v. u. l. e st. c.

— 49 — 14 v. u. l. 15' st. 15.

— 58 — 19 l. war st. wenn.

— 61 — 3 l. EH st. CH.

— 62 — 7 l. = ECH'' st. ECH'.

— 67 — 9 v. u. l. 78° 13' st. 78° 57'.

— 79 — 9 v. u. l. diesen st. diesem.

— 82 — 6 v. u. l. welcher st. welchen.

— 83 — 15 l. D. 12. 6. 12. D. st. D 12, 6 12 D.

— 85 — 6 l. HCA' st. HCA'.

— 88 — 9 l. pag. 53 st. pag. 51.

— 92 — 7 l. aber st. oben.

— 100 — 15 l. (EC, 26 a, PJ. 26) st. (EC 26 a PJ).

— 103 — 6 l. BL'K st. BLK.

— — — 15 v. u. l. PJD = st. PJ =

— 104 — 5 l. EDH st. EDK.

— 107 — 4 l. EDC st. CDC.

S. 114 Z. 6 lies würde für statt würde sie.
— 118 — 12 muß das Wörtchen so wegfallen.
— 122 — 1 l. ziehen st. ziehe.
— — — 3 l. giebt deren st. giebt der.
— — — 15 ist das Wörtchen: man, überflüssig.
— — — 8 v. u. l. aq st. oq.
— 123 — 17 l. WFKSW st. WTRSW.
— 124 — 14 l. Cs st. CS.
— — — 7 v. u. l. wC st. WC.
— — — 4 v. u. l. c' st. C.
— 134 — 3 l. MS st. M.
— — — 12 l. des st. das.
— 136 — 18 l. da nun st. da nur.
— 137 — 5 und 6 v. u. l. T st. F.
— 138 — 7 l. Herbstpunkt nämlich, st. Herbstpunkt, nämlich.
— — — 15 v. u. l. um tT st. nur tT.
— — — 14 v. u. l. des Orts Z, dessen Breite AZ st. des Orts z, dessen Breite Az.
— — — 13 v. u. l. AH st. HH.
— 142 — 1 l. nördlich st. nördliche.
— 143 — 5 l. verschiebt st. vorschiebt.
— 144 — 4 l. PM st. LM.
— 145 — 3 v. u. l. Punkte p, p' st. pp'.
— 146 — 1 v. u. l. z. B. J' st. z. B. J.
— 147 — 3 l. J'Mp st. LMp.
— — — 18 l. ag st. AG.
— 149 — 6 l. pP st. pB.
— 150 — 3 l. A'Q st. AQ.
— — — 8 l. aber für oben.
— — — 16 l. aber für oben.
— — — 15 v. u. l. die Uhrebene st. der Uhrebene.
— — — 14 v. u. l. Cp st. C'p.
— 151 — 3 u. 4 l. AJ', pJ' und PJ'B Fig. 42 statt AJ, pJ und PJB Fig. 42.
— — — 14 v. u. l. A'Q st. AQ.
— — — 9 v. u. l. J'A Fig. 43 für JA Fig. 43.
— — — 8 v. u. l. J' des Weisers J'P st. J des Weisers JP.
— 152 — 3. u 4 l. m, st. m''.
— 153 — 3 l. zweite Achsen st. zweite Achse.
— 154 — 15 l. m st. m'.
— — — 16 l. me st. m'e u. emn st. emn.
— 155 — 1 l. dk st. dK.
— — — 2 l. d'i st. d'e.
— 158 18 l. am 17. Febr. st. am 14. Febr.
— — — 11 v. u. am Anfange l. $1^h\ 33^m$ st. $1^h\ 35^m$.

Einleitung.

Gnomonik nennt man im engern Sinne die Wissenschaft, welche die Verfertigung der Sonnenuhren lehrt. Das Wort selbst ist griechischen Ursprunges (γνώμων, Stift, Zeiger), aus dieser Sprache auf uns übergegangen und darum vorzugsweise gebraucht, weil es in einem einzigen Ausdrucke unsere umschreibende Bezeichnung enthält.

Ihr Dasein verdankt sie der Bewegung der Erde um ihre Achse (Rotation), wodurch die Sonne um unsern Weltkörper zu laufen scheint. Denken wir uns nämlich in einem der beiden Erdpole P oder S, **Tab. I. Fig. 1.** wo **A P Q S C** die Erde vorstellt, einen mit deren Achse **P S** gleichliegenden Stift **P T** auf einer zu ihm rechtwinkeligen Tafel **a b c d** befestigt: so wird der Schatten, welchen dieser Stift durch die Sonnenbeleuchtung auf diese Tafel wirft, in derselben Zeit, welche die Erde braucht, um sich einmal um ihre Achse zu drehen, die Fläche der Tafel durchlaufen. Da wir nun diese Zeit überhaupt in 24 gleiche Theile (Stunden) theilen, so darf man nur aus dem Punkte P, in welchem der Stift auf der Tafel befestigt ist, einen Kreis beschreiben, ihn in 24 gleiche Theile zerlegen und die Theilungspunkte mit dem Mittelpunkte verbinden, um die Linien zu erhal-

ten, in welche der Schatten des Stiftes nach Verlauf von 1^h, 2^h, 3^h u. s. w. fällt, in sofern man irgend eine von ihnen als die erste Stundenlinie betrachtet. Richtete man eine mechanische Uhr so ein, daß sie an einem gewissen Tage, zu derselben Zeit, in welcher der Schatten des Stiftes jene Fläche durchläuft, 24^h brauche und also ihr Stundenweiser in derselben Zeit aus einer Stunde in die andere trete, in welcher der Schatten des Stiftes aus einer Theilungslinie in die andere kommt: so würde man, vorausgesetzt die Uhr behalte diesen Gang ganz gleichförmig bei, nach einigen Tagen finden, daß diese Eintritte nicht mehr zugleich erfolgen, sondern daß der Weiser der mechanischen Uhr entweder früher, oder später einrückt. Der Grund hiervon liegt in der Gestalt der Erdbahn und ist die Ursache der dreierlei Arten Zeit, die wir überhaupt annehmen — der wahren, mittlern und Sternenzeit. —

Wahre Zeit zeigen alle richtigen Sonnenuhren; mittlere alle Feder- und Penduluhren, wenn sie nicht jeden Tag nach der Sonne gestellt werden und so eingerichtet sind, daß ihr Stundenweiser von der Culmination eines Sternes bis zu seiner nächsten 23^h 56^m $4{,}1^s$ durchläuft, braucht er hingegen zu diesem Zeitraume 24^h (das ist: er theilt den Zeitraum zwischen beiden Culminationen in 24 gleiche Theile), so zeigen sie Sternenzeit.

Ein wahrer Sonnentag ist die in 24 gleiche Theile (Stunden) zerlegte Zeit von einer Culmination der Sonne bis zur andern. Die wahren Sonnentage sind, wie schon gesagt, nicht von gleicher Dauer, weil die Bahn, in welcher die Erde täglich ein Stück von West nach Ost fortrückt, eine Ellipse ist und dieses Fortrücken aus mechanischen Gründen, wegen dieser Eigenschaft, an verschiedenen Tagen nicht gleich sein kann; es wird daher auch die Sonne den einen Tag

früher in den Meridian treten, als den andern, oder die Culminationen werden nicht in gleichen Zeitabständen auf einander folgen.

Da also die Feder- und Penduluhren, wegen ihres gleichförmigen Ganges, nie vollkommen wahre Zeit zeigen können, so bestimmte man für sie eine besondere Zeiteintheilung — die mittlere Sonnenzeit, — indem man den Zeitraum eines tropischen Jahrs, nämlich $365^d\ 5^h\ 48^m\ 45^s$, demjenigen des vollkommenen Umlaufs der Erde um die Sonne, in gleiche oder mittlere Tage theilte; ein solcher enthält $24^h\ 3^m\ 56{,}5^s$ Sternenzeit, welche in 24 gleiche Theile (Stunden) zerlegt ist.

Ein Sternentag ist der Zeitraum von der Culmination eines Sternes bis zur andern; er wird wie der Sonnentag in 24 gleiche Zeitabschnitte getheilt, enthält aber nur $23^h\ 56^m\ 4{,}1^s$ mittlere Sonnenzeit und ist also $3^m\ 55{,}9^s$ kürzer als ein mittlerer Sonnentag. Alle Sternentage haben gleiche Dauer, weil das tägliche Fortrücken der Erde in ihrer Bahn gegen die ungemein große Entfernung der Firsterne von derselben geradezu 0 wird, also weder eine Verlängerung noch eine Verkürzung der Tage bewirken kann.

Wir haben oben gesehen, daß wenn man auf einer ebenen Tafel einen Kreis beschreibt, diesen in 24 gleiche Theile zerlegt, in dessen Mittelpunkt, rechtwinkelig zu jener, einen Stift befestigt und diese Tafel in einem der beiden Pole horizontal, das heißt so aufstellt, daß der Stift parallel zur Erdachse geht, diese Vorrichtung die wahre Zeit angibt; man nennt sie die Aequinoctial- oder Universaluhr; sie ist die einfachste aller Sonnenuhren und die Grundlage der übrigen, da diese nur auf andern Ebenen reducirte Aequinoctialuhren sind. Man kann sich derselben an allen andern Punkten der Erde bedienen, wenn man ihr eine zu der erwähnten parallele Lage gibt,

denn alle Umstände bleiben dieselben; wie dieses aber geschieht, werden wir unter der Rubrik „Aequinoctialuhr" sehen.

Zum Gebrauch für das Geschäftsleben und zur Auflösung einiger leichten Aufgaben der mathematischen Geographie kann man überhaupt zwei Klassen von Sonnenuhren annehmen, und zwar: 1) deren Weiser parallel zur Erdachse geht, bei welchen aber die Urebene jede willkührliche Lage haben kann, 2) deren Weiser durch den Zenith (Scheitelpunkt) des Ortes geht oder senkrecht steht, zur Uhrebene aber stets rechtwinkelig ist, so daß diese nur eine horizontale Lage haben kann.

Unter die 1. Klasse gehören:
1) die Aequinoctialuhr,
2) die Horizontaluhren,
3) die geneigten (inclinirenden) Uhren,
   a) die geneigten,
   b) die abweichend geneigten,
4) die Vertikaluhren,
   a) die Vertikaluhren,
   b) die abweichenden Vertikaluhren,
5) die Polaruhren,
   a) die Polaruhren,
   b) die abweichenden Polaruhren,

Unter die 2. Klasse gehören: 1) die Azimuthaluhren.

Diese Benennungen haben die Uhren theils durch die Lage erhalten, welche die Ebenen, worauf sie verzeichnet werden, mit gewissen Punkten, Kreisen und Ebenen bilden, die wir uns in der mathematischen Geographie, sowohl auf der Erd- als Himmelskugel bestimmt, so wie durch beide gelegt, denken, theils durch das, was sie anzeigen, und zwar:

1) die **Aequinoctial- oder Universaluhr;** weil deren Ebene parallel zur Aequator- oder Aequinoctialebene ist, in der sich die Sonne befindet, wenn sie in den Aequinoctien (Nachtgleichen, Frühlings- oder Herbstpunkte) steht, oder weil diese Uhr für jeden Punkt der Erde unverändert gebraucht werden kann.

2) Die **Horizontaluhren;** weil deren Ebenen parallel zu den Horizontalebenen der Orte, also selbst horizontal sind.

3) Die **geneigten (inclinirenden) Uhren** überhaupt, weil deren Ebenen gegen die Horizontalebenen der Orte geneigt sind (incliniren, mit denselben Winkel bilden) und weder parallel zur Aequatorebene, noch parallel zur Erdachse liegen.

a) Die **geneigten (inclinirenden) Uhren** insbesondere; weil deren Ebenen entweder rechtwinkelig zur Meridianebene liegen, oder dieselbe horizontal durchschneiden, also entweder nach Mittag oder Mitternacht, Morgen oder Abend gekehrt, und daher Mittags-, Mitternachts-, Morgen- oder Abenduhren sind.

b) Die **abweichend-geneigten Uhren;** weil deren Ebenen gegen den Horizont geneigt sind, aber weder rechtwinkelig zur Mittagsebene liegen, noch dieselbe horizontal durchschneiden und also von derselben abweichen (decliniren), oder Nebenweltgegenden zugekehrt sind.

4) Die Vertikaluhren überhaupt, weil deren Ebenen vertikal stehen.

a) Die **Vertikaluhren** insbesondere, weil deren Ebenen entweder rechtwinkelig, oder parallel zur Mittagsebene liegen, und also entweder nach Mittag oder Mitternacht, Morgen oder Abend gekehrt und daher die Uhren entweder Mittags- oder Mitternachts-, Morgen- oder Abenduhren sind.

b) Die **abweichenden** (declinirenden) **Vertikaluhren,** weil deren Ebenen, obgleich vertikal, doch

weder rechtwinkelig, noch parallel zur Meridianebene liegen, sondern mit derselben Winkel zwischen 0° und 90° und 90° und 180° bilden, von ihr abweichen (decliniren) und also nach irgend einer Nebenweltgegend gekehrt sind.

5) Die Polaruhren überhaupt; weil deren Ebenen, verlängert gedacht, durch die Pole der Himmelskugel gehen, also mit irgend einer Polarebene (Meridianebene) zusammenfallen.

a) Die Polaruhren insbesondere; weil deren Ebenen entweder rechtwinkelig oder parallel zur Meridianebene liegen und also entweder nach Mittag, Mitternacht, Morgen oder Abend gekehrt sind.

b) Die abweichenden Polaruhren; weil deren Ebenen zur Meridianebene weder rechtwinkelig, noch parallel liegen und also einer Nebenweltgegend zugekehrt sind.

A. 1) Die Azimuthaluhren; weil dieselben, außer der wahren Zeit, auch zugleich das Azimuth der Sonne für den Augenblick dieser Zeit angeben.

Analemma nennt man eine Zeichnung Fig. 4, durch welche man auf einer Sonnenuhr die Schattenlinien bestimmen kann, welche irgend ein Punkt ihres Weisers, an den Tagen auf ihrer Fläche beschreibt, wo sich die Sonne in einem der 12 Zeichen des Thierkreises befindet. Diese Schattenlinien nennt man die Thierkreislinien, sie geben den immerwährenden Kalender, welcher den Ort der Sonne im Thierkreise und also auch den Eintritt der Jahreszeiten anzeigt. Denken wir uns nämlich A N Q P A Tab. I. Fig. 2 als die Himmelskugel, die Sonne in deren Mittelpunkte S und A ♈ Q ♎ A als die zur Erdäquatorebene parallele Aequatorebene der Himmelskugel: so ist ♋ ♈ ♑ ♎ ♋ die Ekliptik oder die Bahn, in welcher die Erde den mit 12 Sternbildern besetzten Thierkreis wirklich, so wie die Sonne, ver-

möge ihres unveränderten Standes, durch diese Bewegung der Erde, scheinbar jährlich durchläuft. Wegen ihres großen Abstandes von der Erde, im Verhältniß zu deren Durchmesser, gehen alle Strahlen, welche sie auf diese wirft, gegenseitig parallel und haben also mit einer Linie, welche wir uns aus dem Mittelpunkte der Sonne in den Mittelpunkt der Erde gezogen denken, gleiche Lage. Da uns nun die tägliche Erfahrung lehrt, daß Körper dann die längsten Schatten werfen, wenn der leuchtende Punkt in der Verlängerung der Ebene stehet, auf welcher sie sich befinden, daß sie hingegen gar keinen Seitenschatten auf diese werfen, wenn er sich über ihnen oder in ihrem Scheitel befindet; woraus wir ersehen, daß die Schattenlängen aller Körper von den Winkeln abhängen, welche die Lichtstrahlen mit der Ebene bilden: so sind für den Stand der Erde im Zeichen der Waage (♎), wo wir die Sonne in der Verlängerung der Linie ♎ S, also im Zeichen Widder (♈) erblicken, und sie im Aequator steht, die Schattenlängen aller Körper, die sich auf zur Aequatorebene parallelen Ebenen befinden, am längsten, nämlich unendlich lang; denn die Lichtstrahlen gehen parallel zu den Ebenen. Befände sich hingegen ein Körper B C Fig. 1 auf einer Ebene H R, welche mit der Aequatorebene A Q irgend einen Winkel R C A bildete; so würde C D der Schatten desselben auf H R sein, der sich ergibt, wenn man eine zu A Q parallele Linie durch die Spitze B des Körpers B C zieht. Folgen wir nun dem Laufe der Erde, so sehen wir, daß, indem sie sich von ♎ nach ♏ (Scorpion) bewegt, die Sonne uns von ♈ nach ♉ (Stier) fortzurücken und sich über den Aequator zu erheben scheint, und daß wir sie für den Stand der Erde in ♏, in der Verlängerung der Linie ♏ S, also im Stier oder dem entgegengesetzten Sternbilde des Thierkreises erblicken; ihre

Strahlen nach der Erde bilden sodann mit der Aequatorebene den Winkel B S ♉, gleich B' S ♏. Aus ♏ rückt die Erde in den ♐ (Schützen) und aus dem ♐ in den ♑ (Steinbock), die Sonne daher aus ♉ in ♊ (Zwillinge), aus ♊ in ♋ (Krebs), und ihre Strahlen nach der Erde bilden in diesen Zeichen mit der Aequatorebene die Winkel C S ♊, gleich C' S ♐, und A S ♋ gleich Q S ♑. Im ♑ erreicht die Erde ihren größten südlichen Abstand vom Aequator der Himmelskugel, und also die Sonne ihren größten nördlichen, im entgegengesetzten Zeichen, im ♋. Im ♑ wendet sich die Erde wieder nach Norden und nähert sich dem Aequator, indem sie die Sternbilder ♒, ♓ (Wassermann, Fische) durchläuft; die Sonne wendet sich daher wieder nach Süden und nähert sich dem Aequator gleichermaßen, indem sie die Sternbilder ♌ ♍, (Löwe, Jungfrau) durchläuft, in welchen ihre Strahlen mit der Aequatorebene Winkel bilden, die den, in den schon durchlaufenen Zeichen, ♉ und ♊, gleich sind, nämlich < E S ♌ gleich < C S ♊, < F S ♍ gleich < B S ♉; denn die Punkte ♊ ♌, ♉ ♍ u. s. w. stehen von dem Punkte ♋, welcher in Bezug auf die Aequatorebene der höchste unter ihnen ist, gleich weit ab und liegen dabei in einer und derselben Ebene. Was hier für den Stand der Sonne in dem nördlichen Theile des Thierkreises gesagt wurde, gilt auch für ihn in dem südlichen, und die Winkel, welche ihre Strahlen mit der nach Norden gekehrten Fläche der Aequatorebene in den 3 Zeichen ♉, ♊, ♋ bilden, sind sowohl denjenigen, welche sie in den Zeichen ♍, ♌, ♋, als auch denjenigen gleich, welche sie mit der nach Süden gekehrten Fläche jener Ebene in den Zeichen ♓, ♒, ♑, und ♏, ♐, ♑ bilden. Kennen wir diese 3 Winkel, so sind wir, dem schon Gesagten zufolge, auch im Stande, die Schatten aller Körper, für den Stand der Sonne in einem der 12

Zeichen des Thierkreises, zu bestimmen, sie mögen sich auf Ebenen von jeder gegen die Aequatorebene nur möglichen Lage befinden, insofern nur diese bekannt ist. Durch astronomische Beobachtungen bestimmte man die Schiefe der Ekliptik oder den Winkel ♋ S A, welchen die Aequatorebene mit der Ebene der Erdbahn macht, fürs Jahr 1834 auf 23° 27′ 36″ und für jedes folgende um ½″ kleiner. Dieses gibt uns nun die Mittel an die Hand, sowohl durch Rechnung als auch durch Verzeichnung eine Scale jener 3 Winkel zu entwerfen und so das Analemma, wie folgt, zu verzeichnen. Zuerst trage man den Winkel von 23° 27′36″ = A C B Fig. 3 auf, ziehe durch dessen Scheitel C eine zu einem seiner beiden Schenkel rechtwinkelige Linie D J; beschreibe aus C, mit einem willkührlichen Radius A C, auf D J einen Halbkreis D B J, theile ihn, da der halbe Thierkreis 6 Zeichen enthält, in 6 gleiche Theile D E, E F, F B, B G, G H, H J und verbinde je zwei dieser Theilungspunkte D, J, E, H, u. s. w. durch gerade unter sich parallele Linien D J, E H, F G; aus den Punkten B, a, b, wo diese parallelen Sehnen den zu ihnen rechtwinkeligen Schenkel B C des Winkels A C B schneiden, fälle man Perpendikel B c, a d, b e auf dessen anderen Schenkel A C und trage diese von C aus auf C J, indem man C c′ = c B, C a′ = a d, C b′ = b e macht; ziehe durch die so bestimmten Punkte b′, a′, c′ zu B C parallele, also auf J C rechtwinkelige Linien b f, a g, c h, verbinde deren Durchschnittspunkte mit der Peripherie f, g, h mit C durch gerade Linien C f, C g, C h: so erhält man die Winkel B C f, B C g, B C h, welche die Strahlen der Sonne, bei deren Stand in den verschiedenen Zeichen des Thierkreises, mit der Aequatorebene bilden; denn B c, a d, e b sind, der Construction zufolge, die für den Radius A C aus den Zeichen ♉, ♊, ♋, oder ♍, ♌, ♋ oder ♏

♐, ♑ oder ♓, ♒, ♑ Fig. 2. auf die Aequatorebene A ♈ Q ♎ A gefällten Perpendikel, und daher auch die Winkel B C f Fig. 3. = < B S ♉, < F S ♍, < B' S ♏, < F' S ♓ Fig. 2.; < B C g Fig. 3. = < C S ♊, < E S ♌, < C' S ♐, < E' S ♒ Fig. 2. und < B C h = < A S ♋, < Q S ♑. Zieht man nun eine gerade Linie S ♎ ♈ Fig. 4. und trägt an beide Seiten derselben, aus irgend einem in ihr angenommenen Punkte S, die Winkel B C f, B C g, B C h Fig. 3, so ist die Linie S ♎ ♈ Fig. 4, die in der Aequatorebene liegende ♈ ♎ Linie, und die Winkel auf der einen Seite geben die Richtungen der Strahlen der Sonne gegen die Aequatorebene, bei deren Stand in den nördlichen Thierzeichen, und die auf der andern Seite die Richtungen für denselben in den südlichen. An die Schenkel dieser Winkel hat man nun die Thierzeichen wie Fig. 4 zeigt, und wie sich aus obiger Vergleichung von Fig. 2 und 3 ergibt, zu setzen, um das Analemma Fig. 4 zu erhalten.

Wie man sich desselben bedient, um die Schatten zu finden, welche ein Punkt eines Körpers an den Tagen auf einer Fläche beschreibt, wo die Sonne in einem der 12 Thierzeichen stehet, und was diese Schatten für Linien sind, werden wir bei den Sonnenuhren selbst sehen, zu deren Construction wir nun übergehen.

I. Klasse.

Uhren mit zur Erdachse parallelen Weisern.

1. Die Aequinoctial- oder Universaluhr.

Die Aequinoctial- oder Universaluhr ist eine Verzeichnung der Schattenlinien, die ein zur Erdachse paralleler auf einer Ebene rechtwinkelig befestigter Stift, nach Verlauf gewisser Zeittheile durch die Sonnenbeleuchtung auf diese wirft.

Es sei A B D E Fig. 5 diese Ebene und zwar eine Tafel, deren vortheilhafteste Gestalt das Quadrat ist und zu welcher man entweder Kupfer- oder Eisenblech, oder auch gehörig ausgetrocknetes, um das Verwerfen zu verhüten, stark gefirnißtes Holz nimmt. Auf beiden Seiten derselben Fig. 5 a und b ziehe man die zwei Diagonalen A D und B E, so gibt deren Durchschnittspunkt den Mittelpunkt C der Tafel; aus diesem beschreibe man nun auf deren beiden Seiten einen Kreis, theile diese einen jeden so in 24 gleiche Theile, daß die Theilungspunkte des einen genau über dem des andern liegen (was sich von selbst ergibt, wenn man von den Durchschnittspunkten der Diagonalen mit der Peripherie aus mittheilt) und verbinde die Theilungspunkte mit dem Mittelpunkte C durch gerade Linien: so geben diese die Stundenlinien Fig. 5 a und b der beiden Uhrflächen der Aequinoctialuhr. Die Stundenbogen (Theile der Peripherie, welche zwischen zwei Stundenlinien liegen) kann man im Verhältniß zur Größe der Uhr und nach den Zeittheilen, welche sie angeben soll, in 2, 3, 4 u. s. w. gleiche Theile zerlegen, wo sie sodann die Zeit

von $30^m : 30^m$, von $20^m : 20^m$, von $15^m : 15^m$ u. s. w. zeigt. An die Stundenlinien schreibe man die Stundenzahlen wie Fig. 5 a und b zeigen, so daß an die zur Seite B D oder A B parallele Stundenlinie 12^h, an die auf deren linken Seite zunächst gelegene 1^h dann 2^h u. s. w., an die auf der rechten aber 11^h, 10^h u. s. w., und überhaupt an die unter einander gelegenen Stundenlinien beider Uhrflächen gleiche Zahlen zu stehen kommen.

Wie viel Stundenlinien man, insofern die Aequinoctialuhr nun für einen bestimmten Ort gebraucht werden soll, auf dem der obern oder demjenigen Pole zugekehrten Uhrfläche, auf dessen Erdhalbkugel man sich befindet, anzugeben hat: hängt von der Dauer des längsten Tages, also von der geographischen Breite dieses Ortes ab. So sind z. B. unter den Polen 24, unter den Polarzirkeln 24, unter Dresdens Breite 18, unter den Wendezirkeln 14 und unter dem Aequator 12 erforderlich; denn für die Pole geht die Sonne ein halbes Jahr lang nicht unter und zeigt also während dieser Zeit alle Stunden der Aequinoctialuhr; für die Polarzirkel gehet sie den längsten Tag ebenfalls nicht unter und die Beleuchtung währt daher 24^h; für Dresdens Breite dauert dieselbe am längsten Tage 16^h 19^m 48^s, und man kann folglich für sie 18^h Linien annehmen, weil der Aufgang der Sonne in den Bogen zwischen den 3ten und 4ten und deren Untergang in den zwischen der 8ten und 9ten Stundenlinie fällt. Aehnliche Berücksichtigungen finden auch für die Wendezirkel statt, wo der längste Tag 13^h 26^m 50^s währt; für den Aequator ist dessen Dauer 12^h; übrigens ist es gleichgültig, ob man dieses beobachtet oder die Stundenlinien für alle 24^h verzeichnet, da hierauf weiter nichts ankommt. Auf der untern oder dem entgegengesetzten Pole zugekehrten Uhrfläche müssen aber stets 12^h Linien, und zwar von 6^h bis

6^h, angegeben werden, weil die längste Dauer der Sonnenbeleuchtung für alle Punkte der Erdhalbkugel, den Pol ausgenommen, für die sich die Sonne unter dem Aequator befindet, 12^h währt.

Um die Thierkreis- oder Schattenlinien aufzutragen, welche irgend ein Punkt des Weisers, für den Stand der Sonne in irgend einem der 12 Thierzeichen, auf der Uhr beschreibt, ziehe man eine gerade Linie B D Fig. 6, welche die Uhrebene, in der Linie B D betrachtet, vorstellt; bemerke auf denselben die Grenzen und den Mittelpunkt C der Uhr; lege durch diesen eine zu B D rechtwinkelige Linie A P, so ist diese der Weiser der Uhr. Aus diesem verzeichne man nun das Analemma so, daß seine Spitze S Fig. 4 in der Linie A P Fig. 6, seine S ♎ ♈ Linie rechtwinkelig zu derselben, also parallel zu B D der Uhrebene liegt (übrigens die p ♍ ♉ oder die p ♏ ♓ Linie, B D innerhalb der Uhrgrenze durchschneidet): so haben dessen Zeichenradien p ♋, p ♌ ♊ u. s. w. dieselbe Lage gegen die Uhrebene, wie die Strahlen der Sonne, für deren Stand in irgend einem der 12 Thierzeichen, gegen die Aequatorebene; denn es liegt in der Ebene des Uhrweisers (der Erdachse) und seine p ♎ ♈ Linie, der Sonnenstrahl, welcher mit der Aequatorebene zusammenfällt oder zu ihr parallel ist, liegt parallel zur Uhr oder Aequatorebene und es werden daher für seine in Fig. 6 gegen B D angenommene Lage, die Zeichenradien p ♑, p ♐ ♒ u. s. w. die Schatten ♑' ♐' ♒' ♏' ♓' des Punktes p, in welchem seine Spitze auf A P liegt, oder was dasselbe ist, die Schatten C ♑', C ♐', C ♏' des Weisertheiles p C auf der Uhr abschneiden. Da nun die Lage des Analemmas gegen alle Stundenlinien dieselbe bleibt, was sich ergibt, wenn wir uns dasselbe, die scheinbare Bewegung der Sonne um die Erde nachahmend, um den Punkt p, in unveränderter Lage

gegen die Uhr- und Weiserebene, gedreht denken: so werden auch ein und dieselben Zeichenradien des Analemmas die Stundenlinien in immer gleichen Abständen von C durchschneiden und es wird daher der Schatten des Punktes p auf der Uhrebene Kreise beschreiben, deren Radien die Schattenlängen C ♑′, C ♐′ oder C ♒′ C ♏′ oder C ♓′ sind, welche die zugehörigen Zeichenradien auf B D abschneiden. Verzeichnet man daher mit diesen Schattenlängen als Radien aus C, Fig. 5 b die Kreise ♑ ♑, ♐ ♒, ♏ ♓, so werden diese die Thierkreislinien sein, welche der Punkt p des Weisers A P Fig. 6 für den Stand der Sonne in irgend einem dieser 5 Thierzeichen beschreibt. Der Zeichenradius p ♎ ♈ geht zur Uhrebene parallel, schneidet dieselbe also nicht und es wird daher auch der Punkt p für die Zeichen ♈ ♎ keine Thierkreislinie auf der Uhr beschreiben; denn der Schatten des kleinsten Weisertheiles ist, wie schon in der Einleitung gezeigt wurde, für diese Lage der Sonnenstrahlen gegen die Uhrebene unendlich lang. Die Zeichenradien p ♋, p ♌ ♊, p ♍ ♉ des Analemmas Fig. 6 schneiden die Uhrebene gar nicht, weil für die denselben zugehörigen 5 Thierzeichen die Sonne nur die andere Fläche der Aequatorebene bescheint, woraus sich zugleich ergibt, warum die Aequinoctialuhr für alle Theile der Erde, die Pole ausgenommen, zwei Uhrflächen, eine untere und eine obere enthält.

Verzeichnete man auf der andern Seite der Linie B D aus dem Punkte p′, welcher von C eben so weit wie p absteht, das Analemma eben so wie aus p, nur daß, wenn auf der ersten Seite das Zeichen ♑ gegen B D zugekehrt war, nun das Zeichen ♋ gegen diese Linie zu liegen kommt: so werden die Zeichenradien p′ ♋, p′ ♌ ♊ und p′ ♍ ♉, die Linie B D in denselben Punkten durchschneiden, wie die Zeichenradien p ♑ u. s. w. sie aus dem Punkte p durchschnitten; denn die Ab-

stände der Punkte p und p' von C sind einander gleich gemacht worden und die Winkel ♑ p ♎ ♈ und ♋ p' ♎ ♈, welche die Zeichenradien ♑ p und ♋ p', für von der Aequator= oder Uhrebene B D oder p ♎ ♈ gleich weit abstehende Zeichen ♑ und ♋ u. s. w. mit diesen bilden, sind ebenfalls einander gleich, wie dieses schon in der Einleitung gezeigt wurde. Beschreibt man daher aus C Fig. 5 a dieselben Kreise, welche man aus C Fig. 5 b verzeichnet hat, so werden diese die Thierkreislinien ♋ ♋, ♌ ♊, ♍ ♉ der dem Nordpole zugekehrten Uhrfläche sein, an die man sodann die zugehörigen Thierzeichen zu setzen hat, wie Fig. 5 a zeigt, und wie sich durchs Analemma ganz auf dieselbe Art ergibt, wie für Fig. 5 b aus Fig. 6.

Der Abstand der die Thierkreislinien beschreibenden Punkte p und p' von C hängt von der Größe der Uhr ab, insofern nämlich die von C am weitesten abstehende Thierkreislinie ♉ ♍ oder ♏ ♓, und daher alle übrigen, innerhalb der Peripherie der Uhr fallen sollen, und bestimmt sich durch den willkührlich angenommenen Abstand einer jener beiden Thierkreislinien von C und den Winkel ♎ ♈ p ♍' = p ♏' C, welchen man aus dem Punkt ♏', durch welchen die äußerste Thierkreislinie gehen soll, an B D zu tragen hat, wo sodann sein Schenkel p ♏' den Punkt p oder dessen Abstand von C auf A P abschneidet. Auf ähnliche Weise läßt sich auch die Länge des Uhrweisers in Rücksicht der auf der Peripherie der Uhr anzugebenden Stundentheile bestimmen. Zeichnet man nämlich zu p ♑, oder p' ♋ Fig. 6 einem der beiden Sonnenstrahlen, welche die kürzesten Schatten auf die Uhrebene werfen, durch die äußerste Grenze g der Uhr eine parallele Linie g A, so wird diese den Abstand des Punktes P von C oder die Länge P C abschneiden, welche der Weisertheil C P oder A C be=

kommen muß, damit seine Schatten für die Zeit, wo sie am kürzesten sind, noch in die Peripherie der Uhr fallen, um die daselbst bemerkten Zeittheile anzuzeigen.

Um sich nun der Aequinoctialuhr zu bedienen, wähle man einen andern Ort, den die Sonne von Auf= bis Niedergang ungehindert bescheinen kann und zwar entweder die nach Mittag gerichtete Ecke eines Gebäudes, oder man errichte an einem solchen Orte einen Pfahl oder eine horizontale Bettung, um sie darauf zu befestigen, bestimme die Mittagslinie dieses Orts, indem man an selbigem eine vollkommen ebene Tafel **a b c d** Fig. 8, worauf mehrere concentrische Kreise verzeichnet sind, in deren Mittelpunkte man einen Stift rechtwinkelig zur Tafel befestigt hat, horizontal aufstellt und auf dieser die Punkte bemerkt, in welche die Spitze des Schattens dieses Stiftes jene Kreise in den Vormittagsstunden von $\frac{9}{2}^h$ bis $\frac{11}{2}^h$ berührt (nicht etwa schneidet); dasselbe thue man auch für die Nachmittagsstunden von $\frac{2}{2}^h$ bis $\frac{4}{2}^h$; theile hierauf den von zwei solchen Punkten (welche natürlich in einem und demselben Kreise liegen müssen) abgeschnittenen Bogen in zwei gleiche Theile und verbinde den Theilungspunkt mit dem Mittelpunkte durch eine gerade Linie: so ist diese die Mittagslinie, welche die Lage des Stiftschattens für den Stand der Sonne im wahren Mittag angibt. Fallen alle Theilungslinien der verschiedenen Kreise zusammen, so kann man von der Richtigkeit der verzeichneten Mittagslinie überzeugt sein; sollten aber nur kleine Abweichungen unter diesen Linien stattfinden, so nehme man die mittlern von ihnen als Mittagslinie an; bei größeren Abweichungen jedoch muß man an einem anderen Tage die Bestimmung wiederholen. Der Halbschatten der Spitze des Stiftes ist gewöhnlich die Ursache des Fehlers und darum ist es gut, sich nicht blos mit 2 oder 4 Punkten zu begnügen. Es versteht sich von selbst, daß

die Bestimmungen in den Vor- und Nachmittagsstunden an einem und demselben Tage geschehen müssen, da die Sonne den folgenden Tag in denselben Stunden entweder höher oder tiefer steht und also der Stift längern oder kürzern Schatten werfen würde. Der Beweis für die Richtigkeit dieses Verfahrens beruht darauf, daß die Sonne in gleichen Abständen vom wahren Mittage gleiche Höhe hat, folglich die Schatten des Stiftes für selbige auch gleich lang werden müssen und also die Mittagslinie einen durch die Spitzen dieser Schatten gelegten Kreisbogen halbiren muß. Hat man nun z. B. die Mittagslinie für die nach Mittag gerichtete vertikale Eckkante F G Fig. 7 eines Gebäudes oder Pfahles bestimmt und kennt die geographische Breite des Orts, welche auf jeder richtigen Specialkarte sich mit dem Zirkel bis auf Minuten abnehmen läßt, so kann man auch die Uhr zum Gebrauch aufstellen. Ist nämlich A P Q S A Fig. 1 die Erdkugel, z der Ort, in welchem die Uhr aufgestellt werden soll, A Q der Aequator: so ist Q Z die geographische Breite von Z und also Q C Z der Winkel, welchen die Vertikale Z N des Orts Z mit der Uhrtafel bildet, denn diese muß parallel zur Aequatorebene liegen. Man ziehe daher als jene Vertikale eine gerade Linie F G Fig. 7, verzeichne an selbige den Winkel H D B gleich der geographischen Breite des Orts, für Dresden z. B. 51° 3', trage auf den Schenkel D B desselben, von D aus, den Abstand des Mittelpunktes C Fig. 5 von der Kante der Uhrtafel auf der Seite der 12^h, hier also $\frac{DB}{2}$; ziehe durch den hieraus bestimmten Punkt C Fig. 7 eine zu D B rechtwinkelige Linie C H bis in die Vertikale F G: so erhält man dadurch die Länge H D, welche den Abstand des obern Punktes H, wo dre Weiser in der Wand zu befestigen ist, von dem Punkte

D. in welchem die Uhrtafel dieselbe berühren muß, angibt; zugleich bestimmt sich hieraus mit das Stück C H des Weisertheiles der obern Uhrfläche*), welches den Abstand des Mittelpunktes C der Uhrtafel von dem Punkte H, wo der Weiser in der Wand zu befestigen ist und also die Länge des obern Weisertheiles in Bezug auf die Aufstellung der Uhr angibt. Trägt man daher C H und A C oder P C Fig. 6, die Länge des Weisertheiles der untern Uhrfläche, in Rücksicht der Schattengebung auf die in der Peripherie der Uhr angegebenen Zeittheile, auf eine dünne vollkommen gerade vierkantige oder runde eiserne Stange H J Fig. 7, so erhält man den Uhrweiser A P, welchen man durch den Mittelpunkt C der Uhrtafel B D Fig. 5 und 7 so in den auf ihn durch C H bemerkten Punkt C zu befestigen hat, daß er vollkommen rechtwinkelig zur Uhrtafel ist und der Theil C H sich über der obern, C J aber unter der untern Uhrfläche befindet. Trägt man ferner noch von C aus auf denselben die Abstände C p = C p′ Fig. 6, so erhält man die die Thierkreislinien beschreibenden Punkte p und p′ Fig. 7, welche man als solche durch in denselben befestigte Knöpfchen auszuzeichnen hat. Die beiden Punkte H und D trage man nun, H über D auf die in der Mittagsebene liegende verticale Eckkante F G Fig. 8 des Gebäudes oder Pfahles, befestige die Spitze H des Weisertheiles C H der obern Uhrfläche so im Punkte H, daß die Seite D E

---

*) Die obere Uhrfläche ist für die nördliche Erdhalbkugel stets diejenige, auf welcher die 11^h rechts der 12^h, die untere aber, wo sie links der 12^h liegt; für die südliche Erdhalbkugel findet gerade das Gegentheil statt. Auf jener, wo die 11^h rechts der 12^h liegt, müssen stets die Thierkreislinien der nördlichen Thierzeichen ♈ · · ♋ · · ♎, auf der andern die der südlichen ♎ · · ♑ · · ♈ angegeben sein.

der Uhrtafel die Kante der Ecke in der Verlängerung der 12 Stundenlinie in D' berührt und also das zwischen der Wand und obern Uhrfläche befindliche Stück des Weisers C H wird, die 12^h der Wand zugekehrt ist, die Uhr sich aber sammt dem Weiser nach links und rechts wenden läßt; bringe hierauf in der Verlängerung der auf der Tafel a b c d bestimmten Mittagslinie ein feines Loth (von Darmsaiten oder Pferdehaaren, das man, um es leichter in Ruhe zu bringen, in ein Gefäß mit Wasser hängt) an, trete so hinter dasselbe, daß es dem Auge die horizontale Mittagslinie verdeckt und wende die Aequinoctialuhr so lange hin und her, bis deren Weiser und 12^h Linie ebenfalls durchs Loth verdeckt werden, in welcher Lage man sie zu befestigen hat, da sodann der Weiser parallel zur Erdachse, die Uhrtafel parallel zur Aequatorebene und die 12^h Linie in der Mittagsebene des Orts liegt und die Uhr also (Einleitung pag. 3. zufolge) vollkommen wahre Zeit zeigen wird.

Soll die Aequinoctialuhr auf einer horizontalen Bettung angebracht werden, so hat man für den Abstand C D des Mittelpunktes der Uhr von der auf der Seite der 12ten Mittagsstunde befindlichen Uhrtafelkante D E, und dem Winkel C D J, gleich der Aequatorhöhe oder, was dasselbe ist, 90° weniger der geographischen Breite des Orts, dem Weisertheile der untern Uhrfläche die Länge C J zu geben, welche sich, wie Fig. 7 zeigt, aus dem Winkel C D J und der Linie C D, auf gleiche Weise wie H D aus dem Winkel C D H und der Linie C D, bestimmen läßt; sodann auf der horizontalen Bettung die Mittagslinie zu verzeichnen, auf selbige die Länge D J zu tragen, welche von dem Weisertheile C J auf dem Schenkel D J des Winkels C D J abgeschnitten wird, die Uhrtafel mit der Kante D E, in dem Punkte, wo die verlängert gedachte 12^h Linie dieselbe durchschneidet,

so auf den Punkt D zu stellen, daß die obere Uhrfläche dem Pole der Erdhalbkugel, auf der man sich befindet, zugekehrt ist und die Spitze J des Weisertheiles der untern Uhrfläche im Punkte J der Mittagslinie ruht, wo alsdann die Uhr dieselbe Lage haben wird wie an der vertikalen Ebene Fig. 7. Für diese Aufstellung braucht der Weisertheil der obern Uhrfläche nur die für die Schattengebung, in Rücksicht der auf der Uhrperipherie angegebenen Zeittheile, nöthige Länge P C zu bekommen, weil hier der Weisertheil der untern Uhrfläche die Lage der Uhrebene bestimmt.

Da die Uhrtafel der Aequinoctialuhr unter den Polen oder der geographischen Breite 90° horizontal, unter dem Aequator oder der Breite 0° aber vertikal liegen muß, so ist es ihrer ungehinderten Beleuchtung wegen vortheilhafter, sie an den Polen nahe gelegenen Orten an vertikale Ebenen, an dem Aequator nahe gelegenen Orten aber auf horizontale Bettung zu befestigen.

Außer auf die hier beschriebene Art läßt sich die Aequinoctialuhr auch noch folgendermaßen anwenden, wo sie dann wegen ihrer bequemen Form und leichten Aufstellung vorzüglich auf Reisen sehr brauchbar ist. Man gebe nämlich dem Deckel A B D E Fig. 5 eines vollkommen rechtwinkeligen Kompaßkästchens eine solche Einrichtung, daß er sich um die Linie D E als seine Achse drehen läßt, dabei aber von dem Kästchen abgenommen und, indem man seine innere Seite als äußere annimmt, wieder in dieselben Drehungspunkte des Kästchens eingesetzt und in dieser Lage ebenfalls um die Linie D E als Achse gedreht werden kann. Auf denselben verzeichne man nun die Aequinoctialuhr Fig. 5 a und b so, daß deren 12^h Linie rechtwinkelig zur Achse D E liegt, und der Rand der Uhr sich innerhalb der Thierkreislinien ♍ ♉ und ♏ ♓ befindet, bringe in deren Mittelpunkt eine feine Schrau-

benmutter an, in welcher sich ein Stiftchen von der Länge p p′ Fig. 6, das im Mittel einige Schraubenzüge hat, rechtwinkelig zum Deckel befestigen läßt. An der einen Seite des Kästchens wird ein kleiner Viertelkreisbogen angebracht und in seinem Mittelpunkte so um die Achse des Deckels befestigt, daß man ihn, in zum Deckel rechtwinkeliger Lage, um dieselbe bewegen, beim Verschließen des Kästchens in dasselbe hineinschieben, beim Gebrauch aber durch eine Stellschraube in die Höhe rücken kann. Dieser Viertelkreisbogen ist in 90° u. s. w. getheilt und der 0 Punkt der Theilung da angebracht, wo der Deckel auf dem Bogen ruht. In dem Kästchen selbst befindet sich ein Kompas, dessen Süd-Nordlinie in der Vertikalebene der 12^h Linie der Uhr und deren Nordpunkt, für nördliche Breiten, nach deren 12ten Mittagsstunde, für südliche aber nach der 12ten Nachtstunde zu gelegen sein muß. Will man sich dieser beweglichen Universaluhr bedienen, so bringe man die obere Uhrfläche (pag. 18.) auf die äußere Seite, stelle das Kästchen horizontal*) auf, schraube den Stift in den Deckel, drehe so viel Grade u. s. w. des Bogens heraus, als die Aequatorhöhe des Orts beträgt, richte hierauf das Kästchen, ohne seine horizontale Stellung zu verändern, dergestalt, daß die Magnetnadel über der Süd-Nordlinie einspielt: so wird die Uhr die wahre Zeit, aber so lange man die Abweichung der Magnetnadel nicht kennt, freilich nur annäherungsweise zeigen. Diese findet sich, indem man den Kompas so auf die Mittagslinie stellt, daß dessen Süd-Nordlinie selbige deckt, der Winkel nun, welchen die Magnetnadel in dieser Lage mit der Mittags- oder Süd-Nordlinie bildet, gibt deren Abweichung. Dreht man nun das Kompaskästchen so, daß die

*) Waagerecht.

Magnetnadel über der bemerkten Abweichung einspielt, die Süd=Nordlinie sich aber in der Vertikalebene der 12^h Linie befindet, so hat man die Uhr vollkommen orientirt und sie wird daher genau die wahre Zeit zeigen.

Kennt man die geographische Breite des Orts, wo man die Uhr aufstellen will, nicht, so kann man sich vermöge der Thierkreislinien folgendermaßen helfen. Man orientire die Uhr, wie oben gezeigt wurde, in Rücksicht der Mittagslinie und der Erdhalbkugel, auf der man sich befindet, da man nun weiß, daß sich die Sonne:

den 21. März	im ♈	den 23. September	in ♎
= 20. April	= ♉	= 23. October	= ♏
= 21. Mai	= ♊	= 22. November	= ♐
= 22. Juni	= ♋	= 22. December	= ♑
= 23. Juli	= ♌	= 20. Januar	= ♒
= 23. August	= ♍	= 19. Februar	= ♓

befindet, so sehe man nach, mit welchem dieser Tage der betreffende Tag der Aufstellung zusammen, oder zwischen welche er fällt. Kommt er mit einem überein, so gebe man dem Deckel (der Uhrtafel) durch Herausschrauben des Limbus eine solche Lage, daß der Schatten der Weiserspitze, die hier eine jede als die Thierkreislinien beschreibender Punkt p oder p' angenommen ist, die Thierkreislinie beschreibt, in deren Zeichen sich die Sonne befindet, indem man hierbei berücksichtigt, daß vom 21. März bis 23. September die nördliche, vom 23. Sept. aber bis 21. März die südliche Uhrfläche beleuchtet wird: so hat man die Uhr auch in Bezug auf die Breite orientirt und sie wird nun die wahre Zeit zeigen, zugleich aber der Limbus die Aequatorhöhe des Orts oder die Ergänzung seiner Breite zu 90° angeben.

Fällt der Tag der Aufstellung nicht mit einem der oben angegebenen zusammen, sondern zwischen dieselben, z. B. den 30ten Juli, so sehe man, um wie

viel Tage er von dem ihm zunächst kommenden absteht, hier also 30—23 = 7, messe den Abstand ♌ ♍, z. B. = 6" der beiden Thierkreislinien ♊ ♌ und ♉ ♍, zwischen welche der Schatten der Weiserspitze an diesem Tage fallen muß; zähle ferner die zwischen den beiden, jenen Thierkreislinien angehörigen, liegenden Tage, also 31, so findet man durch einfache Regel de tri, nämlich: $31 : 6 = 7 : x$ den Abstand $x = 1\frac{11}{31}$" des Schattens der Weiserspitze von der Thierkreislinie ♊ ♌ des Tages, welcher dem in Frage stehenden am nächsten liegt, nach welchem man sodann die Uhr wie oben nach den Thierkreislinien selbst zu stellen hat, in welcher Lage sie die Zeit und Breite des Orts bestimmen wird.

Das hier gezeigte Verfahren gibt zwar nicht so genaue Resultate wie das erste, weil die Schattenlängen des Weisers, wegen der ungleichförmigen Bewegung der Erde, den einen Tag nicht soviel zu- oder abnehmen können wie den andern; indessen nähern wir uns durch dasselbe auf einem kurzen und einfachen Wege doch der Richtigkeit so sehr, als für die meisten Fälle des Geschäftslebens hinreichend sein wird.

Im ♈ und der ♎ den 21. März und 23. September, wo der Stiftschatten auf beiden Uhrflächen unbegrenzt, oder was dasselbe ist, beide unbeleuchtet sind (die Sonnenstrahlen gehen parallel zu ihnen), hat man die Uhrtafel so zu stellen, daß der Stift auf beiden Flächen keinen Schatten wirft, die folgende Beleuchtung der einen oder andern wird sodann die wahre Zeit zeigen. Für die Tage zwischen den 19. Februar und 21. März und 20. April, so wie zwischen den 23. August und 23. September und 23. October gibt es zur Vergleichung keine begrenzten, in Zahlen ausdrückbare Schattenlängen und es läßt sich daher auch die Schattenlänge des Weisers, für einen zwischen diesen Zeiten gelegenen Tag, auf obigem Wege

nicht anders finden, als wenn man den Abstand der beiden Thierkreislinien ♉ ♍ und ♊ ♌ oder ♓ ♏ und ♐ ♒ zur Vergleichung nimmt, oder auf dem Analemma, auf die Art wie bei Fig. 3 gezeigt wurde, noch mehrere zwischen den Zeichen liegende Punkte bestimmt und vermöge diesen auf der Uhr noch mehr Schattencurven angibt, nach welchen dann die Uhr zu stellen ist.

2. Die Horizontaluhr.

Die Horizontaluhr ist eine Zeichnung der Schattenlinien, die ein zur Erdachse parallel auf einer horizontalen Ebene befestigter Stift nach Verlauf gewisser Zeittheile durch die Sonnenbeleuchtung auf diese Ebene wirft.

Um sie zu construiren, bestimme man auf einer vollkommen horizontalen Ebene auf die schon erwähnte Weise die Mittagslinie oder trage sie auf dieselbe über, indem man entweder den Schatten eines feinen Loths in dem Augenblicke durch eine gerade Linie auf ihr bemerkt, in welchem der Schatten des Stiftes auf der Tafel a b c d Fig. 8 in die auf derselben bestimmte Mittagslinie fällt, oder indem man ein Lineal, in welches eine Boussole eingelassen ist, an selbige legt, die Boussole so dreht, daß die Magnetnadel über der Süd-Nordlinie einspielt, hierauf demselben auf der horizontalen Ebene eine solche Lage gibt, daß die Magnetnadel ebenfalls über der Süd-Nordlinie einspielt, zieht man nun am Lineal eine Linie, so gibt diese die Mittagslinie.

Es sei nun G E Fig. 9 diese Mittagslinie, an sie trage man aus einem in ihr willkührlich angenommenen Punkte J den Winkel C J E gleich der geographischen Breite des Orts (für Dresden z. B. 51° 3′ 17″) so, daß dessen Scheitel J nach Mittag gerichtet ist. Auf dem Schenkel C J dieses Winkels errichte man aus dem Punkte C, dessen Abstand von

J durch die Größe der Uhr bedingt wird, einen Perpendikel C D; ziehe durch den Punkt D, wo derselbe die Mittagslinie schneidet, eine zu dieser rechtwinkelige Linie D H; trage hierauf C D von D aus auf G E, indem man D E gleich C D macht, wodurch sich der Punkt E bestimmt; aus diesem beschreibe man mit dem Radius D E, an D E, einen Viertelkreis D B E, theile diesen in 6 gleiche Theile, ziehe durch die Theilungspunkte 1, 2, 3, 4, 5, 6 und das Centrum E gerade Linien E 1, E 2 u. s. w. bis in die Linie D H; verbindet man die dadurch bestimmten Punkte a, b, c u. s. w. mit J ebenfalls durch gerade Linien a J, b J u. s. f., so geben diese die Stundenlinien JI, JII, JIII, JIV, JV; trägt man dieselben z. B. vermöge eines Kreises in gleicher Lage gegen die Mittagslinie auf deren andere Seite, so erhält man die Stundenlinien JXI, JX, JIX, JVIII, JVII; zieht man ferner durch J eine zu G E rechtwinkelige Linie, so gibt diese die 6te Stundenlinie JVI; verlängert man die 7te, 8te, 9te u. s. w., sowie die 5te, 4te, 3te u. s. w. Stundenlinie rückwärts, also nach G zu, so erhält man dieselben Stundenlinien für die entgegengesetzten Zeiten, nämlich: JVII', JVIII', JIX' u. s. w. und JV', JIV', JIII' u. s. w. Um die $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ u. s. f. Stunden auf der Uhr anzugeben, theile man die Bogen 12—1, 1—2 u. s. w. des Viertelkreises D B E in 2, 4 u. s. w. gleiche Theile, ziehe durch die Theilungspunkte und E gerade D H durchschneidende Linien f E, h E ·, ·, · verbinde die Durchschnittspunkte f, h, i ·, ·, · mit J, also f J, h J, i J ·, ·, ·; so geben diese die $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ ·, · Stundenlinien, die man, um nicht viel Linien auf der Uhr zu erhalten, blos auf deren Rand zu bemerken hat, wie Fig. 9 zeigt. Trägt man selbige, ganz wie die Stundenlinien, auch auf die andere Seite der Mittagslinie und verlängert sie rückwärts, so erhält man dieselben Zeittheile der übrigen

Stunden. An die Stundenlinien schreibe man nun die Stundenzahlen in der Ordnung wie Fig. 9 zeigt, so daß die 12^h an den Mitternachtspunkt der Mittagslinie, die Morgenstunden auf deren West-, die Abendstunden auf deren Ostseite kommen, was sich aus dem scheinbaren Laufe der Sonne um die Erde von selbst ergibt, vermöge welchen sie des Morgens die Schatten der Körper nach West, des Mittags nach Mitternacht und des Abends nach Ost wirft. Die Zahl der anzugebenden Stundenlinien hängt von der Dauer des längsten Tages des Orts ab und bestimmt sich, wie wir später sehen werden, durchs Analemma.

Um die Thierkreislinien, welche irgend ein Punkt des Weisers der Horizontaluhr auf derselben beschreibt, zu verzeichnen, ziehe man eine gerade Linie J P Fig. 10, bemerke auf derselben den willkührlich anzunehmenden Punkt p und den Punkt C Fig. 9, indem man J C Fig. 10 gleich J C Fig. 9 macht, ziehe durch p und C Fig. 10 zwei zu J P rechtwinkelige Linien, p l und C D; verzeichne aus p das Analemma mit seiner Spitze S so, daß seine S ♎ ♈ Linie in der Linie p l und, ist die Uhr für eine nördliche Breite entworfen, p ♋ nach J, ist sie aber für eine südliche Breite bestimmt, p ♑ nach J zu liegt; fasse hierauf die Linien E 1 a, E 2 b, E 3 c u. s. w. Fig. 9 nach und nach in den Zirkel und trage sie von C Fig. 10 aus auf C D; lege durch die hieraus bestimmten Punkte a, b, c, d, e und J gerade Linien J a 1, J b 2 u. s. w.; ziehe durch J eine zu J P rechtwinkelige Linie; trage vermöge eines aus J beschriebenen Kreisbogens die Linien J 5, J 4, J 3 u. s. f. auf die andere Seite von J 6, so erhält man J 7, J 8 u. s. f. Nun trage man die Abstände a′ J, b′ J, c′ J, d′ J, e′ J, f′ J, g′ J der Durchschnittspunkte a′ b′ u. s. f. der Zeichenradien des Analemmas mit der Linie J a 1 von J Fig. 9 aus auf die 1ste und 11te Stundenlinie der

Uhr und bemerke sich die dadurch erhaltenen Punkte a′, b, c′, d′, e′, f′, g′; ferner trage man die Abstände a″ J, b″ J, c″ J u. s. f. Fig. 10 von J aus auf die 2te und 10te Stundenlinie Fig. 9 und bemerke die Punkte a″, b″, c″ u. s. f.; auf gleiche Art trage man alle übrigen Durchschnittspunkte der Zeichenradien des Analemmas mit den Linien J c 3, J d 4, u. s. f. auf die mit gleichen Zahlen beschriebenen Abend-, und die ungleichen Zeittheile mit diesen von der Mittagslinie abstehenden Morgenstundenlinien, wie Jiii und Jix, Jiv und Jviii u. s. w.; verbindet man hierauf die dadurch bestimmten, mit gleichen Buchstaben beschriebenen Punkte a′, a″, a‴ · · · b′, b″, b‴ · · · c′, c″, c‴ · · · d′, d″, d‴ · · · e′, e″, e‴ · · · f′, f″, f‴ · · · g′, g″, g‴ · · durch krumme Linien, so geben diese die Thierkreislinien, an welche man die zugehörigen Zeichen wie Fig. 9 zeigt und wie sich durch das Analemma in Fig. 10 sehr leicht ergibt, zu schreiben hat. Für nördliche Breiten ist die dem Punkt J zunächst gelegene Thierkreislinie die des ♋, für südliche die des ♑, denn für erstere wirft die Sonne im Krebs, für letztere im ♑ die kürzesten Schatten. Sollten bei einem etwas großen Maßstabe die auf den Stundenlinien angegebenen Punkte zur Bestimmung der Thierkreislinien zu entfernt von einander liegen, so kann man stets noch so viel Punkte zu deren Verzeichnung finden, als man nur immer will, indem man die ½, ¼ u. s. w. Stundenlinien auf der Uhr angibt und auf diesen die Punkte ganz so wie auf den Stundenlinien bestimmt. Um z. B. für die Thierkreislinien ♏, ♓ auf der ½iv und ½ix, so wie für die Thierkreislinie ♒ ♐ auf der ½iii und ½x Stundenlinie noch einen Punkt zu erhalten, trage man i E und k E Fig. 9, durch welche jene halben Stundenlinien gefunden wurden, von C Fig. 10 aus auf C D, verbinde die dadurch erhaltenen Punkte i und k mit J durch

gerade Linien J i und J k und bemerke deren Durchschnittspunkte i′, k′ mit den Zeichenradien ♏ ♓ und ♒ ♐ des Analemmas; trägt man hierauf i′ J von J Fig. 9 aus sowohl auf die ½ IV, als auch auf die ½ IX^h Linie, so erhält man zur genauern Bestimmung der Thierkreislinie ♏ ♓ die Punkte i′; trägt man ferner k′ J Fig. 10 von J Fig. 9 aus sowohl auf die ½ III als auch auf die ½ X^h Linie, so ergeben sich für die Thierkreislinie ♒ ♐ die Punkte k′; und auf diese Art lassen sich alle noch übrigen nöthigen Punkte finden.

Außer den Thierkreislinien können wir auch durchs Analemma den Anfang, das Ende und also auch die Dauer der Uhrbeleuchtung bestimmen. Da nun aber dieser Anfang der Aufgang, und das Ende der Untergang der Sonne, die Dauer aber die Tageslänge für denjenigen Ort ist, für welchen die Uhrebene horizontal liegt, so setzt uns das Analemma in Stand, durch die Beleuchtungsscala der Uhr auch die des Orts zu construiren.

Um diese zu erhalten, ziehe man durch J Fig. 10 zu den Zeichenradien des Analemmas p ♋, p ♌ ♊ u. s. w. parallele Linien J o, J q, J r, J u, J v, J w, untersuche, was diese Linien für Zeittheile sind, indem man die Abstände C w, C v, C u nach und nach in den Zirkel faßt, denselben in E Fig. 9 einsetzt, die Linie D H mit diesen Eröffnungen durchschneidet und so die Punkte w, v, u bestimmt; verbindet man diese mit E durch gerade Linien E w, E v, E u, bemerkt deren Durchschnittspunkte w′, v′, u′ mit der Peripherie des Viertelkreises D B E, untersucht sodann, um den wievielsten Theil eines oder mehrerer Stundenbogen w′, v′, u′ von den nächsten Stundenpunkten, für w′ v′ also 4, für u′ 5, abstehen, multiplicirt diesen Theil mit so viel mal 60 Minuten, als man in Stundenbogen dividirt hat, so erhält man die Anzahl Minuten, um welche die zu w′ E, v′ E, u′ E gehörenden Zeittheillinien von den nächsten Stundenlinien abstehen, oder

was dasselbe ist, die ihnen oder den Linien J w, J v, J u Fig. 10 zugehörigen Zeiten; und diese sind sodann, wurden diese Bestimmungen wie hier in den Viertelkreis der Morgenstunden gemacht, die Aufgangszeiten der Sonne, sowohl in Rücksicht der Uhr als auch des Orts. Kennen wir aber die Aufgangszeiten der Sonne für einen Ort, so kennen wir auch deren Untergangszeiten, denn eben so viel Stunden, Minuten u. s. w. als vom Aufgange bis zum Mittag verfließen, werden auch vom Mittage bis zum Untergange vergehen und so finden wir denn, daß die Sonne für gegenwärtiges Beispiel (Dresdens Breite) in Rücksicht des Orts und der Uhrebene

im ♋ um 3^h 50^m auf= u. um 8^h 10^m untergeht
= ♊ ♌ = 4^h 12^m = = = 7^h 48^m =
= ♉ ♍ = 5^h 2^m = = = 6^h 58^m =
= ♈ ♎ aber = 6^h = = = 6^h =

denn die zu p l durch J gezogene Parallele J s fällt mit der 6^h Linie zusammen. Da die Linien J 7, J 8, J 9 Fig. 10 vermöge Construction dieselbe Lage gegen J 6 haben, wie J 5, J 4, J 3, dasselbe aber auch für die Linien J r, J q, J o und J u, J v, J w stattfindet, so wird auch r J eben so weit von J 7 als J u von J 5 u. s. f. abstehen, woraus sich die Auf= und Untergangszeiten der Sonne für die südlichen Zeichen ergeben, sie wird nämlich:

im ♓ ♏ um 6^h 58^m auf= und um 5^h 2^m untergehen
= ♒ ♐ = 7^h 48^m = = = 4^h 12^m =
= ♑ = 8^h 10^m = = = 3^h 50^m =

woraus man ersieht, daß die Aufgangszeiten der nördlichen Zeichen die Untergangszeiten der südlichen und umgekehrt sind. Da man nun weiß, wann die Sonne am längsten Tage des Orts auf= und untergeht oder anfängt und aufhört, die Uhr zu beleuchten, so kennt man auch die auf dieser anzugebenden Stundenlinien.

Hat man die Horizontaluhr mit ihren Thierkreislinien und ihrer Beleuchtungsscale auf der horizontalen Fläche verzeichnet, so befestigt man auf derselben im Punkte J Fig. 9 einen runden eisernen Stift P J dergestalt, daß er mit der 12ʰ oder Mittagslinie E J den den Winkel C J D gleich der geographischen Breite des Orts bildet, sich vollkommen in der Vertikalebene der Mittagslinie befindet (in welche Lage man ihn vermöge eines Loths bringt, wie dieses schon bei der Aequinoctialuhr pag. 19. gezeigt wurde) und seine Spitze P nach Mitternacht gekehrt ist, so wird dieser der Weiser der Uhr sein. Um zu wissen, wie lang man denselben zu machen hat, damit seine Schatten an dem Tage, wo sie am kürzesten sind oder die Sonne für den Ort am höchsten steht, noch auf den Uhrrand fallen, um die daselbst angegebenen Zeittheile zu zeigen, ziehe man durch J Fig. 9 und den von diesem am weitesten abstehenden Punkt (hier III oder IX) des Uhrrandes eine gerade Linie JIII, bestimme deren Lage gegen J P Fig. 10, indem man den Abstand ihres Durchschnittspunktes c mit H D Fig. 9 von E, also E c von C Fig. 10 aus auf C D trägt und durch den hieraus bestimmten Punkt c und durch J eine gerade Linie J c 3 legt. Auf diese trage man jenen Abstand, indem man J 3 Fig. 10 gleich JIII Fig. 9 macht, ziehe zu dem Zeichenradius des Analemmas Fig. 10, in dessen Zeichen die Sonne für den Ort am höchsten steht (hier also J ♋), eine parallele Linie 3 P durch den Punkt J; so wird dieselbe auf der Linie J P die dem Weiser zu gebende Länge J P abschneiden. Trägt man auf denselben von seinem Befestigungspunkte J auf der Uhr aus Fig. 9 den Abstand des Punktes p von J Fig. 10, so erhält man den Punkt p des Weisers, dessen Schatten die auf der Uhr verzeichneten Thierkreislinien beschreibt und den man als solchen durch ein Knöpfchen auszuzeichnen hat. Man

ersieht aus Vergleichung von Fig. 9 und 10, daß von dem Abstande dieses Punktes p von J die Abstände der Thierkreislinien von J abhängen und wird auch ohne weitere Erklärung daraus erkennen, wie groß man, wenn der Raum der Uhrfläche bedingt ist, J p zu machen habe, damit alle Thierkreislinien innerhalb der Uhrfläche fallen.

Die hier gezeigte Construction der Horizontaluhr mit ihren Thierkreislinien und ihrer Beleuchtungsscale, so wie der Beweis für ihre Richtigkeit ergibt sich aus Fig. 11 Tab. II. Denken wir uns nämlich die Aequinoctialuhr auf einer horizontalen Ebene M N O Q Fig. 11 aufgestellt, wie dieses pag. 19. gezeigt wurde, so wird ihr zur Erdachse paralleler Weiser P J mit der horizontalen Mittagslinie G E' den Winkel C J D' gleich der Breite des Orts bilden (denn die Erdachse P S Fig. 1 Tab. I. bildet mit der Horizontalebene H R eines Orts Z oder N den Winkel P C R = S C H, welcher seine Polhöhe oder Breite Q C Z = N C A bestimmt) und ihre bis auf die Horizontalebene verlängert gedachten Zeittheile oder Schattenlinien des Weisers werden dieselbe in der verlängerten Linie D E in H D' H', der zur Mittagslinie G E rechtwinkeligen Durchschnittslinie beider Ebenen schneiden; denn sie liegen mit dieser in ein und derselben Ebene. Ziehen wir durch die Durchschnittspunkte a, b, c, d, e dieser Linie und jener Zeittheillinien und J, dem Punkte, wo der Weiser der Aequinoctialuhr auf der Horizontalebene ruht, gerade Linien J a, J b ·, ·, ·, so werden diese die Schatten des Weisers J P auf der Horizontalebene für die Zeiten sein, welchen sie auf der Aequinoctialuhr angehören; denn sie liegen mit dem Weiser und den Linien a C, b C ·, ·, · in gleichen Ebenen. Wir sehen also, daß sich durch die Lage der Punkte a, b, ·, ·, · gegen J die Zeittheillinien der Horizontaluhr bestimmen, jene sich aber

aus dem Dreieck J C D, welches der Weiser und die Ebene der Aequinoctialuhr mit der horizontalen Mittagslinie bilden und in dem der Winkel C J D als die Breite des Orts und der Winkel J C D als ein rechter bekannt sind, ergeben; denn es bestimmen sich aus diesen beiden Winkeln und der willkührlich angenommenen Länge J C sowohl der Abstand J D der Durchschnittslinie H D′ H′ beider Ebenen von dem Befestigungspunkte J des Weisers J P, als auch den Abstand des Centrums C der Aequinoctialuhr von dem Punkte D′, in welchem deren Ebene die horizontale Mittagslinie berührt. Vergleichen wir nun Fig. 9 mit Fig. 11, so sehen wir, daß das Dreieck C J D′ Fig. 11 das aus dem willkührlichen Punkte J der Mittagslinie an diese verzeichnete Dreieck J C D Fig. 9 ist, und also die Linie C J die Lage des Uhrweisers gegen die horizontale Mittagslinie, C D die Lage der Aequinoctialuhrebene und zugleich den Abstand ihres Mittelpunktes C von ihrem Berührungspunkte D mit der horizontalen Mittagslinie G E, für den willkührlichen Abstand C J, H D aber die Durchschnittslinie der Aequinoctialuhrebene mit der Horizontalebene gibt. Da nun die Abstände a D′, b D′ · · · Fig. 11 der Punkte a, b · · · von D′ durch die Größe von C D′ bestimmt sind, es aber gleichgültig ist, ob wir uns diesen Abstand in D′ vertikal oder horizontal auf die Mittagslinie G E′ gelegt denken und sodann aus seinem Endpunkte C oder E′ die Aequinoctialuhr beschreiben; denn die Abstände a D′, b D′ · , · , · bleiben sich für alle diese Lagen gleich, so werden auch die Punkte a, b, · · · Fig. 9 der aus dem Punkte E mit dem Radius C D auf die horizontale Ebene verzeichneten Aequinoctialuhr D B E (D′ B′ E′ Fig. 11) die Durchschnittspunkte der Zeittheillinien dieser letztern mit der Linie D H geben, welche mit J verbunden die Zeittheillinien der Horizontaluhr für gleiche

Zeiten bestimmen. Da ferner die Linie H D′ rechtwinkelig zu C D′ oder D′ E Fig. 11 liegt, die Zeittheillinien auf der einen Seite der Mittagslinie mit den auf deren andern Seite, welche mit diesen um gleiche Zeittheile vom Mittag abstehen, gleiche Lage gegen die Mittagslinie haben; so werden auch die Zeittheillinien der Horizontaluhr Fig. 9 auf der einen Seite der Mittagslinie mit den auf deren andern Seite, welche mit diesen um gleiche Zeittheile vom Mittag abstehen, gleiche Lage gegen die Mittagslinie haben und sich also durch Uebertragen der ersteren bestimmen, wie dieß bei Fig. 9 gezeigt wurde. Die 6te ʰ Linie der Aequinoctialuhr liegt rechtwinkelig zu deren Mittagslinie C D′ Fig. 11, folglich wird auch die 6te ʰ Linie der Horizontaluhr rechtwinkelig zu deren Mittagslinie liegen; denn die Schattenebene des Weisers durchschneidet die Mittagsebene für diese Zeit rechtwinkelig. Die Zeittheillinien der Aequinoctialuhr für die Zeiten vor 6ʰ Morgens und nach 6ʰ Nachmittags liegen in der Verlängerung der Zeittheillinien für gleichnamige aber entgegengesetzte Zeiten; denn für diese steht die Sonne in ein und denselben Ebenen des Weisers, aber auf entgegengesetzten Seiten desselben, woraus sich ergibt, daß die Zeittheillinien der Horizontaluhr vor 6ʰ Stunden Morgens und nach 6ʰ Stunden Nachmittags in der Verlängerung der Zeittheillinien für gleichnamige aber entgegengesetzte Zeiten liegen müssen. Wir ersehen aus dieser Vergleichung von Fig. 9 und 11, daß sich die Construction der Horizontaluhr vollkommen aus der Orientirung der Aequinoctialuhr auf einer horizontalen Ebene ergibt und daß sie eigentlich nichts anderes ist, als eine auf den Horizont reducirte Aequinoctialuhr. Wie die Uhr selbst, so ergibt sich aus dieser Orientirung auch die Construction der Thierkreislinien. Nähmen wir z. B. den Punkt p′ Fig. 11 des Weisers J P der Aequi-

noctial- und Horizontaluhr als den die Thierkreisli-
nien beschreibenden Punkt beider Uhren an, so wür-
den wir das Analemma so in demselben aufhängen
müssen (pag. 13.), daß es in der Ebene des Wei-
sers und seine S ♎ ♈ Linie rechtwinkelig zu demsel-
ben läge und, je nachdem die Uhren für südliche oder
nördliche Breiten bestimmt wären, sein Zeichenradius
♑ p′ oder ♋ p′ nach J zu liegen käme, wo alsdann
die Zeichenradien desselben ganz die nämliche Lage ge-
gen den Uhrweiser haben würden, wie die Strahlen
der Sonne, bei deren Stande in den verschiedenen
Zeichen des Thierkreises gegen die Erdachse. Verlän-
gerten wir nun die Zeichenradien des Analemmas bis
in die mit ihm und dem Weiser in gleicher Ebene gele-
gene Zeittheillinie der Horizontaluhr, so würden dieselben
(p′ o, p′ q, p′ r u. s. w.) auf dieser die Schatten
o, q, r, s, u, v, w des Punktes p′ bestimmen.
Drehen wir hierauf das Analemma, ohne seine Lage
gegen den Weiser und dessen Ebene zu verändern, um
den Punkt p′ bis in die Ebene der nächsten Zeittheil-
linie, z. B. J 1 Fig. 11 der Horizontaluhr und des
Weisers, so würden die verlängerten Zeichenradien auf
dieser ebenfalls die Schatten a, b, c · · · des Punk-
tes p′ abschneiden, und, wenn wir dieses Verfahren
fortsetzten, ein Gleiches für alle übrigen Zeittheillinien
stattfinden, die Verbindung der von ein und densel-
ben Zeichenradien bestimmten Punkte aber die Thier-
kreislinien geben. Da nun die Lage des Analemmas
gegen den Weiser immer dieselbe bleibt, so kann die
verschiedene Lage der Punkte o, a ·, ·, ·, q, b ·, ·, ·
u. s. w. gegen J nur von der verschiedenen Lage der
Zeittheillinien gegen den Weiser herrühren; bestimmen
wir uns daher dieselbe, so werden die Zeichenradien
des Analemmas auf jenen die Abstände J o, J q · · ·,
J a, J b · · · · u. s. w. der Schatten des Punktes
p′ von J abschneiden. Die Lage der Zeittheilli-

nien gegen den Weiser ist uns aber durch das Stück CJ, die Abstände Ca, Cb · · · · der Punkte a, b · · · von C und dem Winkel JCD als einem rechten bekannt. Vergleichen wir nun Fig. 10 mit Fig. 11, so sehen wir, daß weil JC Fig. 10 gleich JC Fig. 9 gemacht, aus dem die Thierkreislinien beschreibenden Punkte p' Fig. 9 und 10 das Analemma ganz so verzeichnet worden ist, wie in Fig. 11 gegen JC, durch C eine zu JP Fig. 10 rechtwinkelige Linie CD gezogen, auf diese von C aus die Abstände ED, Ea, Eb u. s. w. getragen und die dadurch erhaltenen Punkte D, a, b · · · · mit J durch gerade Linien verbunden worden sind, die Dreiecke JCD', JCa, JCb · · · Fig. 10 die Dreiecke JCD', JCa, JCB · · · Fig. 11 sein und daher die Linien JD', Ja, Jb · · · Fig. 10 die Lage der Zeittheillinien JD', Ja, Jb · · · Fig. 9 und 11 gegen den Weiser JC geben, die Zeichenradien des Analemmas auf denselben also die Abstände der Schatten des Punktes p' für den Stand der Sonne in den verschiedenen Thierzeichen abschneiden werden. Da die Zeittheillinien auf der einen Seite der Mittagslinie Fig. 9 mit den um gleiche Zeittheile von ihr abstehenden auf deren andern Seite gleiche Lage gegen den Weiser haben, so werden auch diese Durchschnittspunkte auf diesen gleiche Lage gegen J haben, woraus sich ergibt, warum man die z. B. auf 1 und 2 bestimmten Punkte Fig. 9 und 10 auch auf 11 und 10 zu tragen hat. Die Lage der 6^h Linie und aller Zeittheillinien, welche den Zeiten vor 6^h Morgens und nach 6^h Abends angehören, ergibt sich ebenfalls aus Fig. 11, wir sehen nämlich, daß die 6^h Linie rechtwinkelig zum Weiser liegt, woraus sich also J 6 Fig. 10 bestimmt, daß aber die Abendzeittheillinien nach 6^h in der Verlängerung der gleichnamigen Morgenzeittheillinien und so umgekehrt liegen und sich also be-

stimmen, wenn man diese über J hinaus verlängert, wodurch sich z. B. für 5 und 4 die Linien J 5′, J 4′ ergeben; da nun aber die Winkel 5′ J 6′ und 4′ J 6′ den Winkeln 7 J 6 und 5 J 6 gleich sind, so hat man nur diese auf die andere Seite von J 6 zu tragen, um die Zeittheillinien J 5, J 4, welche mit J 5′ J 4′ gegen den Weiser gleiche Lage haben, zu erhalten, auf welchen sodann die Zeichenradien des Analemmas eben so die Abstände der Schatten des Punktes p′ von J bestimmen werden, wie auf den übrigen.

Untersuchen wir nun, wie sich die Beleuchtungsscale durchs Analemma ergibt, so sehen wir, daß, weil die Zeichenradien desselben die Lage der Strahlen der Sonne für deren Stand in den verschiedenen Thierzeichen gegen den Weiser oder die Erdachse bestimmen, diejenigen Morgen- und Abendzeittheillinien, welche mit diesen Strahlen parallel gehen oder gleiche Lage gegen den Weiser haben, die Auf- und Untergangszeiten der Sonne in Rücksicht der Uhrebene bezeichnen; denn wenn die Sonne in die Uhrebene tritt, also für diese auf- oder untergeht, so gehen ihre Strahlen parallel zu derselben. Ziehen wir daher durch den Befestigungspunkt J des Weisers J P Fig. 9 und 10 zu den Zeichenradien des Analemmas parallele Linien und untersuchen, was für Morgen- und Abendzeittheillinien diese sind, so finden wir dadurch auch die Auf- und Untergangszeiten in Rücksicht der Uhrebene, fällt diese aber wie bei der Horizontaluhr mit der Horizontalebene des Orts zusammen, so werden diese auch die Auf- und Untergangszeiten in Rücksicht des Ortes sein und da die von der Mittagslinie um gleiche Zeittheile abstehenden Morgen- und Abendzeittheillinien gleiche Lage gegen den Weiser haben, so werden auch die Aufgangszeiten um eben so viele Zeittheillinien von Mittag oder von Mitternacht abstehen, wie die Untergangszeiten. Warum die Auf- und Un-

tergangszeiten für den Stand der Sonne von ♈ bis ♎ mit den Unter- und Aufgangszeiten für ihren Stand von ♎ bis ♈ auf gleiche, aber entgegengesetzte Zeittheile treffen, ergibt sich daraus, daß die von p ♈ ♎ gleichweit abstehenden Zeichenradien gleiche, aber entgegengesetzte Lage gegen den Weiser haben, ein Gleiches aber auch für die von 6ʰ Linie gleich weit abstehenden Zeittheillinien stattfindet. Wir ersehen aus dem hier über die Beleuchtungsscala Gesagten, daß uns das Analemma in Stand setzt, die Auf- und Untergangszeiten der Sonne und also auch die Tageslängen für jeden durch seine Breite bekannten Ort für die pag. 29. angegebenen Tage, in welchen die Sonne in eines der verschiedenen Sternbilder des Thierkreises tritt, zu bestimmen, ohne hierzu der geringsten Rechnung zu bedürfen.

Aus den hier von pag. 31—37 angestellten Betrachtungen ist nicht allein die Construction der Horizontaluhr mit ihren Thierkreislinien und ihrer Beleuchtungsscala hergeleitet, sondern es beruhen auf denselben auch die Constructionen aller übrigen Uhren I. Klasse; denn es ist bei diesen ebenfalls die Aequinoctialuhr auf der Uhrebene orientirt gedacht und daraus Alles bestimmt; es werden daher auch die hier gegebenen Beweise in der Hauptsache für diese gelten, indem sich nur die gegenseitige Lage der beiden Uhrebenen und die Lage des Weisers gegen die gegebene Uhrebene ändert.

Prüfen wir nun, was die auf der Horizontaluhr verzeichneten Thierkreislinien für Linien sind, so ersehen wir aus der scheinbaren Bewegung der Sonne um die Erde, daß sie sämmtlich zu den Kegelschnitten gehören; denn denken wir uns aus dem zur Aequatorebene parallelen Kreise, den die Sonne täglich um die Erde beschreibt, durch irgend einen Punkt p Fig. 14 Tab. III. eines Stiftes Dp, der auf

einer zur Aequatorebene parallelen Ebene rechtwinkelig befestigt ist, eine unendliche Menge Strahlen gezogen: so sind dieses die Schattenstrahlen jenes Punktes, welche, durch die zum Stifte rechtwinkelige Ebenen A B begrenzt gedacht, die Mantelfläche eines geradstehenden Kegels p A B bilden. Da nun dieser Stift der Weiser der Uhren I. Klasse und p der beschreibende Punkt ist, so müssen auch die Ebenen der Uhrflächen, sie mögen gegen den Stift eine Lage haben, was sie für eine wollen, jene Kegel durchschneiden, und folglich die Schatten, welche der Punkt p auf ihnen beschreibt, Kegelschnittlinien sein.

Durchschneiden wir einen geradstehenden Kegel A B C Fig. 15 rechtwinkelig zu seiner Achse B D, also parallel zu seiner Grundfläche A C, so ist dieser Schnitt E F ein Kreis; durchschneiden wir ihn in seiner Achse B D, so ist derselbe ein Dreieck A B C; durchschneiden wir ihn parallel zur Seite A B oder B C dieses Dreiecks, so ist er eine Parabole H G J; durchschneiden wir ihn so, daß der Winkel K N C größer als B A C ist, so ist dieser Schnitt eine Hyperbole L K M; durchschneiden wir ihn endlich so, daß der Winkel G E F kleiner als B A C wird, so ist derselbe eine Ellipse G E. Ist Q A' Fig. 14 die Aequatorebene, A B eine zu derselben parallele Ebene, p D ein zu ihr rechtwinkeliger, also zur Erdachse gleichliegender Stift: so sind p A B, p C E, p F G die Schattenkegel (geometrisch gezeichnet), welche derselbe für den Stand der Sonne in den Thierzeichen ♋, ♊, ♌, ♉, ♍ beschreibt, wie sich aus dem in p orientirten Analemma ergibt. Steht die Sonne im Zeichen ♈ oder ♎, also im Aequator, so wird der Schatten eines jeden Punktes p, der nicht im Erddiameter von D absteht, eine zu A B parallele Schattenebene A' Q beschreiben (pag. 7). Steht sie in den Zeichen ♓, ♏, ♒, ♐, ♑, so beschrei-

den die Schattenstrahlen des Punktes p, nämlich: pK, pM, pO, welche wir uns durch eine von p willkührlich entfernte, zur Aequatorebene A' Q parallele Ebene K H begrenzt denken können, die Schattenkegel p H K, p L M, p N O, wie sich gleichfalls durchs Analemma ergibt.

Da nun die Ebene der Aequinoctialuhr a q rechtwinkelig zum Stifte p D (ihrem Weiser), der Achse der Kegel ist, so durchschneidet sie dieselben auch parallel zu ihren Grundflächen und es sind daher ihre Thierkreislinien, der Lehre vom Kegelschnitte pag. 38. zufolge, wie auch schon pag. 14. gezeigt wurde, Kreise. Bildet aber die Ebene der Uhr mit der Grundfläche der Kegel oder der Aequatorebene irgend einen Winkel, so werden deren Durchschnittslinien mit der Mantelfläche jener Kegel und also die Thierkreislinien auf denselben, diejenige für ♈ und ♎ ausgenommen, entweder Hyperbolen, Ellipsen, oder Parabolen und Ellipsen, Parabolen und Hyperbolen oder Hyperbolen und Ellipsen sein, je nachdem der Winkel ist, den sie mit der Grundfläche der Kegel oder der Aequatorebene bildet. Die Thierkreislinie für ♈ und ♎ ist aber stets eine gerade Linie, denn der Schatten von p beschreibt, wie schon gesagt, für den Stand der Sonne in diesen Zeichen eine zur Aequatorebene parallele Kreisebene, die Durchschnittslinie zweier Ebenen ist aber stets eine gerade Linie. Aus der Vergleichung von Fig. 14 und 15 ersehen wir, daß, da a', b', c', d', e', f' die Scheitel der Kegelschnitte oder Thierkreislinien für die Ebenen b c, d e, f g, h i sind, die Scheitel aller Thierkreislinien gegen die für ♈ ♎, und also die der nördlichen gegen die der südlichen gekehrt sind, und je zwei Thierkreislinien für vom ♈ oder ♎ Punkt gleichweit abstehende südliche und nördliche Zeichen vollkommen gleiche Kegelschnitte geben; denn die Schattenkegel derselben sind einander

gleich und die Ebenen b c, d e ·,·,· bilden mit den Grundflächen A B, H K aller Kegel gleiche Winkel o = o′ x = x′.

Da uns nun vermöge des Analemmas die Winkel ♋ p ♎ ♈, ♊ ♌ p ♎ ♈ u. s. w. bekannt sind, welche die die Mantelfläche der Schattenkegel formirenden Sonnenstrahlen für den Stand der Sonne in den verschiedenen Zeichen des Thierkreises mit der Aequatorebene A′ Q bilden; so sind es auch die Winkel u v w, welche sie mit den Grundflächen A B und H K bilden, denn diese liegen zu A′ Q parallel, wodurch w = ♋ p ♎ ♈ = ♑ p ♎ ♈ u. s. w. und also:

Winkel w = ♋ p ♎ ♈ = ♑ p ♎ ♈ = 23° 27′ 36″
(für 1834 für jedes folgende ½″ kl.)
" v = ♊ ♌ p ♎ ♈ = ♒ ♐ p ♎ ♈ = 20° 10′ 6″
" u = ♉ ♍ p ♎ ♈ = ♓ ♏ p ♎ ♈ = 11° 28′ 54″

ist, wie sich durchs Analemma ergibt.

Vermöge diesen Winkeln können wir nun sogleich bestimmen, was die Thierkreislinien auf Ebenen b c, d e u. s. w., deren Lage gegen die Aequatorebene gegeben ist, sein werden; denn wir kennen sodann deren Lage gegen die Grundflächen der Kegel, welche die Kegelschnittlinien bedingt, und dieses dient uns, die Richtigkeit der durchs Analemma construirten Thierkreislinien zu prüfen, wie im Anhange gezeigt werden wird.

Ist nämlich der Winkel o, welchen die Ebene der Uhrtafel b c mit der Aequatorebene und folglich auch mit den Grundflächen der Schattenkegel bildet, größer als der größte obiger 3 Winkel, so sind deren Durchschnitte mit den Kegeln, also deren Thierkreislinien (der Lehre von den Kegelschnitten pag. 38. zufolge) Hyperbolen, und daher die Thierkreislinien der Horizontaluhr für 51° 3′ 17″ Fig. 9, welche mit der Aequatorebene den Winkel C D J bildet, Hy-

perbolen und es können, da deren Ebene b c Fig. 14 alle Kegel durchschneidet, alle Thierkreislinien auf derselben angegeben werden.

Ist dieser Winkel kleiner als der kleinste obiger 8 Winkel, so sind die Durchschnitte der Ebene mit den Schattenkegeln und also die Thierkreislinien auf denselben Ellipsen (Lehre von den Kegelschnitten pag. 38.) wie Fig. 13 eine Horizontaluhr für 80° nördlicher Breite, deren Ebene E G also mit der Aequatorebene C D den Winkel C D J von 10° bildet, zeigt. Da aber diese Ebene K l Fig. 14 nur 3 Schattenkegel und die ♈ ♎ Schattenebene Q A′ durchschneidet, so können auch nur 4 Thierkreislinien auf derselben angegeben werden; denn für den Stand der Sonne in den Zeichen ♓, ♏, ♒, ♐, ♑ beleuchtet diese die Uhrfläche nicht mehr, weil ihre Strahlen F O, C M, A K, N G ·, ·, die Sonne in den Punkten F, C ·, ·, ·, · gedacht, dann südlich mit der Aequatorebene Winkel bilden, die größer sind als derjenige, welchen die Uhrebene mit ihr formirt, wie schon Fig. 13 a zu erkennen gibt. Es wird also die dem Südpole zugekehrte Fläche der Uhrebene oder die Horizontaluhr für gleiche südliche Breiten beleuchtet werden und daher auf dieser dasselbe für die südlichen Zeichen stattfinden, was auf jener für nördliche, und für nördliche, was auf derselben für südliche stattfand.

Bildet die Uhrebene d e Fig. 14 mit der Aequatorebene A′ Q oder den Grundflächen A B und H K der Schattenkegel den Winkel x = w = 23° 27′ 36″, so werden, da sodann d e parallel zu F O, w aber größer als u und als v ist, unter nördlichen Breiten die Thierkreislinie ♋ eine Parabole, die übrigen, die für ♑ ausgenommen, aber Hyperbolen sein (Lehre von den Kegelschnitten pag. 38.) und für ♑ wird gar keine Thierkreislinie stattfinden, wie Fig. 12 eine Horizontaluhr für 66° 37′ 36″ nördlicher Breite,

deren Ebene also mit der Aequatorebene den Winkel C D J = w = 23° 27′ 36″ macht, zeigt*); denn die Uhrebene durchschneidet den Schattenkegel N p O des ♑ gar nicht, weil die Mittagsstrahlen der Sonne F p Fig. 14 für ihren Stand in diesen Zeichen schon zur Uhrebene parallel gehen und also selbst im Mittage auf die dem Nordpole P zugekehrte Uhrfläche (die Fläche der nördlichen Horizontaluhr für obige Breite) keine begrenzten Schatten mehr werfen, dieselbe daher für die übrige Zeit gar nicht, sondern nur die dem Südpole D zugekehrte Uhrfläche oder die Horizontaluhr für gleiche südliche Breite beleuchten können; woraus sich ergibt, daß für diese gerade das Gegentheil von dem stattfindet, was hier für die der nördlichen Breite gesagt wurde.

Ist der Winkel y Fig. 14, welchen die Uhrebene f g mit der Aequatorebene bildet, gleich v = 20° 10′ 6″, so werden deren Durchschnitte mit den Schattenkegeln A p B des ♉ und der ♍ und H p K der ♓ und des ♏, also die Thierkreislinien für die Zeichen ♉ ♍ und ♓ ♏ auf denselben Hyperbolen sein; den y = v ist größer als u (Lehre von den Kegelschnitten pag. 38.), der Durchschnitt mit F p G dem Schattenkegel des ♋ aber, oder die Thierkreislinien für ♋, wird eine Ellipse, und der Durchschnitt mit C p E dem Schattenkegel für ♊ ♌ oder die Thierkreislinie für ♊ ♌ wird auf dieser Ebene eine Parabole sein (pag. 38.); denn für ersteren Kegel ist, da y = v, y kleiner als w, in letzterem aber weil y = v, f g parallel zu C p. Für die übrigen Zeichen finden, insofern die Uhrfläche dem Nordpole zu-

*) Die Thierkreislinie ♒ ♐ ist, da sie sehr weit von J absteht, wie Fig. 12 a zeigt, des Raumes wegen in Fig. 12 nicht angegeben worden; übrigens aber auf dieselbe Art, wie die andern zu verzeichnen.

gekehrt ist, wie hier angenommen wurde, keine Thierkreislinien statt, denn die Uhrebene f g durchschneidet deren Schattenkegel gar nicht, weil die Sonne für ihren Stand in diesem Zeichen nur die dem Südpole zugekehrte Fläche der Ebene f g, oder dieselbe Uhr für gleiche südliche Breiten beleuchtet, was sich auf dieselbe Art aus Fig. 14 ergibt, was für d e (pag. 42.) aus welchem Grunde auch für dem Südpole zugekehrte Uhrfläche oder Uhr für gleiche südliche Breiten gerade das Gegentheil von dem stattfindet, was hier für die dem Nordpole zugekehrte gesagt wurde. Bildet die Uhrebene h i mit der Aequatorebene den Winkel $z = u = 11^0\ 28'\ 54''$, so werden auf der dem Nordpole zugekehrten Uhrfläche die Thierkreislinien ♋ und ♊ ♌ Ellipsen, die Thierkreislinie ♉ ♍ aber wird eine Parabole sein und für die übrigen Zeichen werden gar keine Thierkreislinien stattfinden; denn die Uhrebene bildet mit der Grundfläche der Schattenkegel F p G und C p E des ♋ und der ♊ und des ♌, den Winkel $z = u$, der kleiner als w ist, und es sind daher (pag. 38. zufolge), deren Durchschnitte mit diesen Kegeln Ellipsen; weil aber $z = u$, so durchschneidet die Ebene h i den Schattenkegel A p B des ♉ und der ♍ parallel zu A p, und es ist daher dieser Schnitt eine Parabole (pag. 38.), die übrigen oder die Schattenkegel H p K, L p M, N p O der südlichen Zeichen ♓ ♏, ♒ ♐, ♑ werden aber von der Uhrebene gar nicht geschnitten, weil für die denselben zugehörigen Zeichen die Sonnenstrahlen A p, C p, F p, G p ·, ·, ·, die Sonne in A, C ·, ·, ·, · gedacht, nur die dem Südpole zugekehrte Fläche der Uhrebene beleuchten und es können daher für diese auf der nördlichen Uhrfläche keine Thierkreislinien stattfinden. Da die Sonnenstrahlen für die Zeichen ♓, ♏, ♒, ♐, ♑ gleiche, nur entgegengesetzte Lage gegen die Uhrebene haben, wie für die Zeichen ♉,

♍, ♊, ♌, ♋, so wird für deren Thierkreislinien auf der dem Südpole zugekehrten Uhrfläche dasselbe gelten, was für die Thierkreislinien der letztern Zeichen auf der dem Nordpole zugekehrten Uhrfläche gezeigt, und für diese das, was für jene gesagt wurde. Fällt der Winkel, welchen die Uhrebene mit der Aequatorebene bildet, zwischen u und v oder 11° 28′ 54″ und 20° 10′ 6″, so sind die Thierkreislinien auf der dem Nordpole zugekehrten Uhrfläche für die Zeichen ♉ ♍, ♓ ♏ Hyperbolen; denn die Ebene der Uhr m n durchschneidet die Grundfläche der Schattenkegel A p B und H p K dieser Zeichen, unter einem größern Winkel als u (pag. 38.) Die Thierkreislinien für ♊ ♌ und ♋ sind aber Ellipsen; denn der Winkel u, welchen die Uhrebene mit der Grundfläche der Kegel C p E und F p G bildet, ist kleiner als v und als w (pag. 38.). Für die Zeichen ♒, ♐, ♑ finden keine Thierkreislinien statt, weil die Uhrebene deren Schattenkegel L p M und N p O nicht schneidet und also für den Stand der Sonne in diesen Zeichen die nach Norden gekehrte Uhrfläche nicht mehr beleuchtet wird. Für die südliche oder dem Südpole zugekehrte Uhrfläche findet aus denselben Gründen für die Thierkreislinien der südlichen, den nördlichen entgegengesetzten Zeichen das statt, was auf der dem Nordpole zugekehrten für die der nördlichen, und für die der nördlichen das, was bei diesen für die der südlichen galt; denn die Lage der Uhrebene gegen die Schattenkegel der nördlichen und südlichen Schattenkegel ist ein und dieselbe.

Fällt endlich der Winkel, welchen die Uhrebene mit der Aequatorebene bildet, zwischen v und w, 20° 10′ 6″ und 23° 27′ 36″, so sind die Thierkreislinien ♉ ♍, ♊ ♌ und ♓ ♏, ♒ ♐ für die dem Nordpole zugekehrte Fläche Hyperbolen, die Thierkreislinie ♋ aber ist eine Ellipse; denn die Ebene der Uhr

durchschneidet die Grundfläche der Kegel A p B, C p E, H p K, L p M unter einem Winkel, der größer ist als die Winkel u, v, aber kleiner als der Winkel w des Kegels F p G, und es sind daher die Durchschnitte der Uhrebene mit ersteren (pag. 38.) Hyperbolen, mit letzterem ist dieser Durchschnitt aber eine Ellipse. Für ♑ findet keine Thierkreislinie statt, weil die Uhrebene den Schattenkegel N p O des ♑ nicht durchschneidet, und also die Sonne für ihren Stand in diesem Zeichen die nach Norden gekehrte Fläche nicht mehr beleuchtet. Für die dem Südpole zugekehrte Uhrfläche wird, aus den pag. 44. Z. 15. angeführten Ursachen, für die Thierkreislinien der Zeichen ♑, ♒, ♐, ♓, ♏ das stattfinden, was für die dem Nordpole zugekehrte Uhrfläche für die der Zeichen ♋, ♊, ♌, ♉ ♍, und für diese, was auf letzterer für jene galt.

Aus dem von Seite 40 bis 45 Gesagten läßt sich nebenstehende Uebersichtstabelle der auf den Uhren I. Klasse zu verzeichnenden Thierkreislinien ziehen, durch welche man, wenn man den Winkel bestimmt hat, welchen die Uhrebene mit der Aequatorebene (der Grundfläche der Schattenkegel) bildet, sogleich ersehen kann, was die Thierkreislinien auf derselben für Kegelschnittlinien sein werden. Dieser Winkel bestimmt sich bei den Horizontal- und alten Uhren, bei welchen, wie bei diesen, die Uhrebene rechtwinkelig zur Mittagsebene liegt, sogleich mit aus der Construction der Uhr, denn er ist dem Winkel gleich, welchen die zum Weiser C J rechtwinkelig gezogene Linie C D (die Aequatorebene) mit der Mittagslinie J E der Uhr bildet, für die Horizontaluhren Fig. 9, 12 und 13, also = C D J. Liegt die Uhrebene nicht rechtwinkelig zur Mittagsebene, so bestimmt sich dieser Winkel vermöge einer Hülfsconstruction, wie wir dieses bei der nun folgenden Abtheilung Uhren sogleich sehen werden.

Tab. I.

Uebersichtstabelle der Thierkreislinien.

Thierkreislinien auf dem Nordpole zugekehrten Uhrflächen, deren Ebenen mit der Aequatorebene nachstehende Winkel bilden.

Winkel, welche die Uhr mit der Aequatorebene bildet.	Thierkreislinien für: ♋.	Thierkreislinien für: ♊ ♌.	Thierkreislinien für: ♉ ♍.	Thierkreislinien für: ♈ ♎.	Thierkreislinien für: ♓ ♏.	Thierkreislinien für: ♒ ♐.	Thierkreislinien für: ♑.
90°	Hyperbole	Hyperbole	Hyperbole	Gerade Linie	Hyperbole	Hyperbole	Hyperbole
v. 90° bis 23° 21′ 36″ .	= =	= =	= =	= =	= =	= =	= =
23° 27′ 36″ . . .	Parabole	= =	= =	= =	= =	= =	——
v. 23° 27′ 36″ bis 20° 10′ 6″	Ellipse	= =	= =	= =	= =	= =	——
20° 10′ 6″	= =	Parabole	= =	= =	= =	= =	——
v. 20° 10′ 6′ bis 11° 28′ 54″	= =	Ellipse	= =	= =	= =	——	——
11° 28′ 54″ . . .	= =	= =	Parabole	= =	——	——	——
v. 11° 28′ 54″ bis 0° .	= =	= =	Ellipse	= =	——	——	——
0°	Kreis.	Kreis.	Kreis.	——	——	——	——

Anmerk. Für = = gilt die darüberstehende Thierkreislinie.
Für ——— findet keine statt.

Tab. II.

Uebersichtstabelle der Thierkreislinien.

Thierkreislinien auf dem Südpole zugekehrten Uhrflächen, deren Ebenen mit der Aequatorebene nachstehende Winkel bilden.

Winkel, welche die Uhr= mit der Aequatorebene bildet.	Thier= kreislinien für: ♑.	Thier= kreislinien für: ♒ ♐.	Thier= kreislinien für: ♓ ♏.	Thier= kreislinien für: ♈ ♎.	Thier= kreislinien für: ♉ ♍.	Thier= kreislinien für: ♊ ♌.	Thier= kreislinien für: ♋.
90°	Hyperbole	Hyperbole	Hyperbole	Gerade Linie	Hyperbole	Hyperbole	Hyperbole
v. 90° bis 23° 27′ 36″ .	„ „	„ „	„ „	„ „	„ „	„ „	„ „
23° 27′ 36″ . . .	Parabole	„ „	„ „	„ „	„ „	„ „	—
v. 23° 27′ 36″ bis 20° 10′ 6″	Ellipse	„ „	„ „	„ „	„ „	„ „	—
20° 10′ 6″	„ „	Parabole	„ „	„ „	„ „	—	—
v. 20° 10′ 6″ bis 11° 28′ 54″	„ „	Ellipse	„ „	„ „	„ „	—	—
11° 28′ 54″ . . .	„ „	„ „	Parabole	„ „	—	—	—
v. 11° 28′ 54″ bis 0° .	„ „	„ „	Ellipse	„ „	—	—	—
0°	Kreis.	Kreis.	Kreis.	—	—	—	—

3. Die geneigten (inclinirenden) Uhren.

Die geneigten Uhren sind eine Verzeichnung derjenigen Linien, in die nach Verlauf gewisser Zeittheile der Schatten eines zur Erdachse parallelen Stiftes fällt, der auf einer Ebene befestigt ist, die mit der Horizontalebene des Orts einen Winkel bildet, der kleiner oder größer als 90° ist und die weder parallel zur Erdachse oder dem Uhrweiser, noch parallel zur Aequatorebene liegt.

Um die geneigten Uhren zu verzeichnen, bestimme man sich zuerst auf der geneigten Ebene die Mittagslinie, und zwar entweder durch den Schatten eines frei aufgehangenen Lothes, wie bei der Horizontaluhr gezeigt wurde, oder durch Uebertragen, wozu man sich aber, da die Boussole, um gehörig einspielen zu können, stets horizontal aufgestellt werden muß, des bei der Horizontaluhr angegebenen Instrumentes nicht bedienen kann. Man benutzt am vortheilhaftesten hierzu das unter Fig. 16 verzeichnete Inclinatorium, dessen Besitz jenes früher beschriebene Instrument entbehrlich macht und das bei Bestimmung der Bogen der Uhrebenen überhaupt eine sehr mannigfaltige Anwendung findet. Dieses Instrument besteht aus einem Viertelkreisbogen, mit dem zwei etwas breite gegenseitig rechtwinkelige Lineale A C und B C verbunden sind. In dem Mittelpunkte c des Bogens ist ein Lineal a c befestigt, das sich um c, als um seine Achse, drehen läßt; an diesem Lineale ist ein Oehr, in welchem eine Boussole h so eingesteckt werden kann, daß sie rechtwinkelig auf der Kante des Lineals steht; in g ist an dasselbe eine Libelle (cylindrische Wasserwaage) e f so befestigt, daß sie sowohl um ihre eigene Achse e f, als auch um den Befestigungspunkt g, als Achse gedreht werden kann, sich aber dabei stets in einer zur Ebene des Lineals parallelen Ebene befindet. c ist

ein Schwanz oder Lappen, durch welchen ein Stift in das Lineal a c gesteckt werden kann, um die Libelle beim vertikalen Stande des Instruments entweder zur untern oder obern Kante von a c parallel zu stellen, wo sie sodann zur Horizontalstellung dieses Lineals dient. Die Achse c ist so eingerichtet, daß die Boussole in derselben für die horizontale Lage des Instruments dergestalt befestigt werden kann, daß sie sich mit dem Lineale a c zugleich dreht. Ist der Radius des Bogens selbst nur 7 bis 8 Zoll, so kann man durch folgende Eintheilung mit diesem Instrumente die Winkel bis auf 3′ bestimmen, was bei der Construction der Sonnenuhren wegen der geringen Feinheit des dabei anzuwendenden Materials hinlängliche Genauigkeit gibt. Man theile den Viertelkreis a 90 in halbe Grade, also 180 gleiche Theile, und gebe dem Lineal a c bei a die Gestalt eines Bogentheils; theilt man nun 11 Theile des Bogens in 10 gleiche Theile und trägt zu jeder Seite der Mittellinie des Lineals 5 dieser Theile auf den Bogen b d desselben, Fig. 16 b, wo D E ein Stück des Viertelkreises ist, so wird, wenn z. B. der nach d zu gelegene, mit 15 beschriebene Theilungsstrich mit einem Theilungsstriche des Bogens zusammenfällt, die Mittellinie des Lineals, welche die zu messenden Winkel bestimmt, vom nächsten Theilungsstriche des Bogens um 15′ abstehen; denn da 11 Theile dieses letzteren 330′ 10 des Nonius (so nennt man die auf dem Lineal angebrachte Scala d b) aber ebensoviel enthalten, so ist ein Theil desselben um 3′ größer als ein Bogentheil und es wird daher, bei dieser Stellung des Lineals, der 1ste Theilungsstrich des Nonius von 15′ bei d aus gerechnet, also 12′ um 3′, der 2te um 6′, der 3te um 9′, der 4te um 12′ und der 5te um 15′ von dem 1sten, 2ten . , . , 5ten Theilungsstriche des Bogens (von demjenigen aus gerechnet,

welcher mit den 15′ bei d des Nonius zusammenfällt) abstehen und daher, wenn z. B. der Theilungsstrich 15′ des Nonius bei d mit dem 13ten° des Bogens zusammenträfe, die Linie 30′ c′ des Lineals oder das Lineal den Bogen (vom 0 Punkte seiner Theilung aus gerechnet) von 15° 45′ abschneiden. Träfe ferner die mit 21′ beschriebene, nach b zu gelegene Theilungsstrich des Nonius mit einem Theilungsstriche des Bogens zusammen, so würde die Mittellinie des Lineals von dem ihr zunächst nach E zu gelegenen Theilungsstriche des Bogens um 9′ und also von den auf der Seite D ihr zunächst gelegenen um 21′ abstehen; denn der 1ste Theilungsstrich des Nonius, vom Theilungsstriche 21′ nach A zugezählt, steht von dem 1sten des Bogens (von demjenigen, welcher mit dem 21sten des Nonius zusammentrifft und nach D zu gerechnet) um 3′, der 2te um 6′ und der 3te um 9′ von dem 2ten, 3ten des Bogens ab; da nun 30′ — 9′ = 21′, so steht auch der Theilungsstrich 30′ von dem nächsten nach D zu gelegenen des Bogens um 21 ab und schneidet, wenn der ihm nach D zu gelegene nächste ganze Grad der 15te° ist, von 0° an gerechnet, einen Bogen von 15° und 30′ + 21′ also 15° 51′ ab, oder es bildet das Lineal in dieser Lage mit einer durch o′ und den Mittelpunkt des Bogens gezogenen Linie den Winkel 15° 31′. Man ersieht hieraus, worauf die Eintheilung und Beschreibung des Instruments beruht und wie sich durch dasselbe die Winkel von 3′ zu 3′ bestimmen lassen. Will man sich dieses Instruments nun bedienen, um auf einer geneigten Ebene sowohl die Mittagslinie zu verzeichnen, als auch deren Neigung gegen die horizontale Mittagslinie zu bestimmen, so stelle man es zuvörderst mit einer der Kanten des Lineals A C an eine nach pag. 24 bemerkte Mittagslinie, gebe ihm vermöge eines in B angebrachten Loths eine voll-

kommen vertikale und dem Lineal a c durch die Libelle eine vollkommen horizontale Lage, drehe hierauf die Boussole, bis die Magnetnadel über der Süd-Nordlinie einspielt, so hat man die Boussole in Rücksicht der Declination der Magnetnadel gegen die Ebene des Instruments orientirt. Nun stelle man dasselbe mit dem Lineale A C so auf die geneigte Ebene, daß nach Horizontalstellung des Lineals a c die Magnetnadel über der Süd-Nordlinie einspielt und das Instrument selbst vollkommen vertikal steht, was sich durch das bei B angebrachte Loth bewerkstelligen läßt; ziehe an der Kante des Lineals A C, welche auf der geneigten Ebene ruht, eine gerade Linie, so ist diese deren Mittagslinie; denn das Lineal befindet sich in der Mittagsebene des Orts und der Durchschnitt derselben mit der geneigten Ebene gibt deren Mittagslinie. Zählt man die ganzen und halben Grade, welche die Linie c' 30' des horizontal gestellten Lineals a c auf dem Bogen abschneidet und addirt hierzu die Minuten, welche an demjenigen Theilungsstriche des Nonius stehen, der mit einem Theilungsstriche des Bogens zusammentrifft*): so ist dieses das Maß des Winkels, welchen die horizontale Mittagslinie mit der geneigten bildet.

*) Sollte kein Theilungsstrich des Nonius mit einem Theilungsstriche des Bogens zusammentreffen, so sehe man, welche zwei Theilungsstriche des Nonius zweien des Bogens am nächsten liegen und wie vielmal der Abstand des einen Noniusstrichs von dem ihm zunächst liegenden Bogenstriche in dem Abstande des andern Noniusstrichs von dem ihm zunächst liegenden Bogenstriche enthalten ist, vermehre diesen Quotient um 1 und dividire 5 durch diese Summe, der dadurch erhaltene Quotient wird von der Anzahl Minuten desjenigen Noniusstriches, welcher einem Bogenstriche am nächsten subtrahirt, wenn der Noniusstrich vom 0 Punkte des Bogens aus gerechnet, unter den ihm zunächst stehenden Bogenstriche liegt, im Gegentheil aber addirt.

4 *

Hat man nun auf einer geneigten Ebene unter irgend einer bekannten geographischen Breite die Mittagslinie also verzeichnet und sowohl den Winkel, welchen sie mit der horizontalen Mittagslinie als auch den, welchen diese mit einer auf der geneigten Ebene gezogen gedachten horizontalen Linie bildet, gemessen, oder was dasselbe ist, die Lage der geneigten Ebene gegen die Weltgegenden bestimmt, so ergibt sich hieraus theils unmittelbar, theils mittelbar, je nachdem die Richtung der Ebene ist, die Lage der Durchschnittslinien H H′ Fig. 11 der auf derselben orientirt gedachten Aequinoctialuhrebene mit der geneigten Ebene, sowohl gegen die geneigte als auch gegen die äquinoctiale Mittagslinie, so wie der Winkel, welchen der Weiser mit ersterer, und der Winkel, welchen die Aequatorebene mit der geneigten bildet, und vermöge diesen 4 Stücken kann man sowohl die geneigten Uhren mit ihren Beleuchtungsscalen und Thierkreislinien construiren, als auch die Form der letztern zur Prüfung ihrer Richtigkeit bestimmen.

Um den Winkel zu finden, welchen eine auf der geneigten Ebene gezogen gedachte horizontale Linie mit der horizontalen Mittagslinie bildet, stecke man die Boussole des Inclinatoriums so in c auf, daß, wenn z. B. die Declination der Magnetnadel von der Süd-Nordlinie als wahren Mittagslinie aus bestimmt wurde, diese in der Linie c′ 30′ des Lineals a c liegt; drehe hierauf die Libelle so um ihre eigene Achse, daß die Wasserblase sich nicht mehr parallel zur Kante des Lineals a c, sondern parallel zu dessen Ebene bewegt; lege sodann das Instrument mit der Kante A C oder B C an die geneigte Ebene, gebe ihm durch Verdrehen der Libelle um die Achse f eine vollkommen horizontale Lage, verrücke hierauf das Lineal a c, bis die Magnetnadel über der bemerkten Declination einspielt: so ist der Winkel, welchen dasselbe mit der anliegen-

den Kante bildet oder, von dieser aus gerechnet, auf dem Bogen abschneidet, derjenige, den eine auf der geneigten Ebene gezogen gedachte Horizontale mit der horizontalen Mittagslinie bildet. Ist nun für nördliche Breiten dieser Winkel 90°, so ist die Fläche der Ebene nach Mittag gerichtet, wenn sie der Nordspitze der Magnetnadel, nach Mitternacht aber, wenn sie deren Südspitze zugekehrt ist. Ist dieser Winkel 0, so liegt die Fläche der Ebene nach Morgen oder Abend, je nachdem sie dem in der Boussole bemerkten West- oder Ostpunkte zugekehrt ist; fällt er zwischen 0° und 90° und ist die Fläche der Ebene dem Nord- und Westpunkte der Boussole zugekehrt, so ist selbige gegen eine der zwischen Mittag und Morgen gelegenen Weltgegenden gerichtet; ist sie aber dem Süd- und Westpunkte zugekehrt, so ist sie nach einer der zwischen Morgen und Mitternacht gelegenen Weltgegenden gerichtet, ist sie ferner dem Nord- und Ost-, oder dem Süd- und Ostpunkte der Boussole zugekehrt, so ist sie für den ersten Fall einer der zwischen Mittag und Abend, im andern Falle aber einer der zwischen Abend und Mitternacht gelegenen Weltgegenden zugekehrt. Für südliche geographische Breiten findet von dem hier Gesagten gerade das Gegentheil statt, weil, was für nördliche Breiten Mitternacht, für südliche Mittag ist u. s. w. Aus dieser Lage entspringt sowohl die Eintheilung als auch die Benennung der geneigten Uhren, sie zerfallen nämlich, wie schon in der Einleitung vorläufig gesagt wurde, in: a) geneigte und b) abweichend geneigte Uhren, unter welchen erstern man diejenigen begreift, deren Ebenen entweder rechtwinkelig zur Mittagsebene liegen oder dieselbe in der Horizontallinie des Orts durchschneiden und deren Flächen also entweder nach Mittag oder Mitternacht, Morgen oder Abend gekehrt sind; unter letzteren aber alle diejenigen, welche von

diesen Richtungen abweichen und also nach einem zwischen den 4 Hauptweltgegenden gelegenen Punkte gekehrt sind. Nach diesem bestehen nun:

a) **Die geneigten Uhren:**

aus 1. den geneigten Mittagsuhren,
" 2. " " Abenduhren,
" 3. " " Mitternachtsuhren,
" 4. " " Morgenuhren, welche sich folgendermaßen verzeichnen lassen und zwar:

1. Die geneigten Mittagsuhren.

Man ziehe auf der vollkommen nach Mittag gekehrten Fläche der geneigten Ebene die Mittagslinie, messe den Winkel, welchen selbige mit der horizontalen Mittagslinie bildet, z. B. 30°, bestimme hierauf den Winkel C J D Fig. 17, den der Weiser oder die Erdachse mit der geneigten Mittagslinie bildet und der für alle Fälle nördlicher und südlicher Breiten, wo diejenige des Orts (für Fig. 17 51° 3′ 17″ nördlich) mehr als das Maß des Inclinationswinkels (Winkel, welchen die geneigte und horizontale Mittagslinie bilden) beträgt, gleich der Breite weniger dem Inclinationswinkel (hier also 51° 3′ 17″ — 30° = 21° 3′ 17″), für alle Fälle aber, wo die Breite weniger als das Maß des Inclinationswinkels beträgt, gleich diesem weniger jenem ist, wie sich aus Fig. 1 Tab. I. ergibt, wo in so fern S P die Erdachse, A Q der Aequator, H R der Horizont des Ortes Z oder N, E G die geneigte Ebene für den ersten, E′ G′ dieselbe für den letztern Fall ist und also der Winkel für die nördliche Breite P C E und für südliche G C S, den die Erdachse mit ersterer Ebene (G E) bildet, gleich dem Maße des Winkels P C R oder

S C H (welchen die Erdachse P S mit der horizontalen Mittagslinie H R formirt und der der Polhöhe oder Breite des Orts Z oder N gleich ist) weniger E C R oder G C H oder dem Maße des Inclinationswinkels ist, im letztern Falle aber, oder für die Lage E' G' der geneigten Ebene gegen den Horizont, ist E' C P oder G' C S gleich dem Maße des Inclinationswinkels E' C R oder G' C H weniger P C R oder S C H der Breite oder Polhöhe des Orts. Den Winkel C J D trage man nun für alle Beispiele des ersten Falles so aus dem willkührlichen Punkte J der geneigten Mittagslinie G E Fig. 17 an diese, daß sein Scheitel J nach Mittag gekehrt ist, für alle Beispiele des andern Falles enthält er aber gerade entgegengesetzte Lage. Aus einem willkührlichen Punkte C des Schenkels C J dieses Winkels ziehe man hierauf eine zu C J rechtwinkelige Linie C D, bemerke deren Durchschnittspunkt D mit der Mittagslinie, ziehe durch selbigen eine zu dieser rechtwinkelige Linie D H, trage D C von D auf G E und beschreibe aus dem dadurch bestimmten Punkte E mit dem Radius D E an G E einen Viertelkreis D E F. theile diesen in 6 gleiche Theile, verbinde die Theilungspunkte 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6 mit dem Mittelpunkte E durch gerade Linien und verlängere dieselben, bis sie die Linie D H schneiden und so die Punkte a, b, c, d, e bestimmen, welche, mit J durch gerade Linien verbunden, die Stundenlinien J a XI. J b X u. s. w. geben. Zieht man durch J eine zu D H parallele, also zu J D rechtwinkelige Linie, so gibt diese die Stundenlinie J VI; trägt man die Stundenlinien von XII bis VI (z. B. vermöge eines Kreisbogens aus J) auf die andere Seite der Mittagslinie, so erhält man die Stundenlinien J I ·, ·, ·, · J VI; verlängert man alle diese Stundenlinien rückwärts durch J. so erhält man sowohl die Stundenlinien für die Zeit vor 6^h Morgens, als auch

die nach 6^h Abends, oder die mit den Nachmittags-stundenlinien correspondirenden Morgen- und die mit den Morgenstundenlinien correspondirenden Abendstun-denlinien. Vergleicht man diese Construction mit der-jenigen der Horizontaluhren, so wird man finden, daß sie derselben mit Ausnahme der Bestimmung des Win-kels C J D völlig gleicht, was auch ganz natürlich ist, da die geneigten Mittagsuhren nichts anders sind als Horizontaluhren für die Breite, welche dem Maß des Winkels C J D gleichkommt. Aus dieser Ursache folgt auch der übrige Theil der Construction der ge-neigten Mittagsuhren ganz demjenigen der Horizon-taluhren, wie sich aus der Vergleichung von Fig. 17 und 17 a mit Fig. 9 und 10 ergibt, in welchen die mit gleichnamigen Buchstaben bezeichneten Punkte und Linien gleiche Bedeutung haben. Die Stundenzahlen sind in derselben Ordnung an die Stundenlinien zu setzen, die Morgenstunden kommen auf die Abend-, die Nachmittagsstunden auf die Morgenseite der Mit-tagslinie und die 12^h Mittags kommt an den Mit-ternachtspunkt dieser letztern. Die Thierkreislinien und der Winkel C D J, den die Uhrebene mit der Aequa-torebene bildet, bestimmen sich ganz auf die Art (letz-terer dem pag. 45 Gesagten zufolge) wie Fig. 9 ge-zeigt wurde und es sind die Thierkreislinien für ge-genwärtiges Beispiel der Tafel I. pag. 45 zufolge Hyperbolen; denn $CDJ = 90^\circ - CJD = 90^\circ - 21^\circ\ 3'\ 17'' = 68^\circ\ 56'\ 46''$. Was die aus Fig. 17 a auf gleiche Weise wie die aus Fig. 10 construirte Beleuchtungsscala der Uhr betrifft, so ist zu bemerken, daß sie wohl den Ein- und Austritt der Sonne in die Uhrebene und aus derselben, oder den Auf- und Untergang der Sonne für selbige, aber darum nur bedingungsweise die Dauer der Uhrbe-leuchtung anzeigt, denn diese hängt, außer von der Lage der Uhrebene, auch noch von der geographischen

Breite des Orts, also der Länge der Tage an demselben ab, welche durch die Beleuchtungsscala der Horizontaluhr zu bestimmen ist. Für vorliegendes Beispiel wird daher (wie sich aus Vergleichung von Fig. 17 und Fig. 9, da die Uhren für gleiche Breite entworfen sind, ergibt) nur die Auf- und Untergangsscala von ♈ ♋ bis ♎ die Dauer der Beleuchtung der Uhr, oder die Zeit der sichtbaren Aus- und Eintritte der Sonne aus der Uhrebene und in dieselbe anzeigen, weil die Sonne für ihren Stand in den andern Thierzeichen des Morgens später und des Abends früher in den Horizont des Orts als in die Uhrebene tritt und also, wenn sie sich in derselben befindet, entweder für den Ort noch gar nicht auf- oder schon untergegangen ist; denn in den Zeichen ♓ und ♏ beginnt, wie Fig. 9 zeigt, die Beleuchtung für die Breite, welche bei Fig. 17 angenommen ist, um 6^h 58^m Morgens und endigt um 5^h 2^m Nachmittags, der Eintritt der Sonne in die Uhrebene Fig. 17 oder der Anfang der Beleuchtung derselben erfolgt aber schon um 6^h 16^m also 42^m früher, als der Aufgang der Sonne, und ihr zweiter Eintritt in die Uhrebene, oder das Ende der Beleuchtung der Uhr um 5^h 44^m also 42^m später als der Untergang der Sonne, woraus man ersieht, daß die Eintritte der Sonne in Uhrebene für die Zeichen von ♎ ♑ bis ♈ für nördliche Breiten unsichtbar sind und die Beleuchtung der Uhr während dieser Zeit durch die Breite des Orts bedingt wird. Für südliche Breiten gilt für den Stand der Sonne in den Zeichen von ♎ ♑ bis ♈ das, was in nördlichen Breiten für denselben in den Zeichen von ♈ ♋ bis ♎ stattfindet und so umgekehrt; denn für erstere geht die Sonne auf, wenn sie für letztere untergeht und es dauert die Beleuchtung für diese am längsten, wenn sie für jene am kürzesten währt.

Hat man die Uhr mit ihren Thierkreislinien und ihrer Beleuchtungsscala also aufgetragen, so wird der Weiser dergestalt in J befestigt, daß er mit der geneigten Mittagslinie den Winkel C J D bildet, seine Spitze P nach Mitternacht gekehrt ist und er sich in der Vertikalebene der Mittagslinie befindet. Seine Länge in Rücksicht der Schattengebung auf die in der Einfassung der Uhr bemerkten Zeittheile, bestimmt sich ganz auf dieselbe Art, wie dieses pag. 30 für Fig. 9 gezeigt wurde; ein Gleiches gilt auch in Betreff des die Thierkreislinien beschreibenden Punktes p.

Für den Fall, daß der Inclinationswinkel größer als die Breite des Orts ist, kommt die Construction der geneigten Mittagsuhren zwar ebenfalls mit derjenigen der Horizontaluhren für die Breite überein, welche dem Inclinationswinkel weniger der Breite des Orts, für welche die Uhr eine geneigte Mittagsuhr war, gleich ist; die geneigte Mittagsuhr wird aber alsdann, wenn sie für nördliche Breiten verzeichnet, dem Südpole zugekehrt, also eine Horizontaluhr für südliche Breiten, war sie für eine südliche Breite entworfen, dem Nordpole zugekehrt, also eine Horizontaluhr für eine nördliche Breite sein, wie sich dieses aus Fig. 1 ergibt, wo E' G' die Uhrebene vorstellt und also deren für eine nördliche Breite Z nach dem Bogen G' Q E' oder Mittag gerichtete Fläche dem Südpole S, für eine südliche Breite N aber und deren nach dem südlichen Mittagskreise G' A E' gerichtete Fläche dem Nordpole P zugekehrt ist. Die Construction der geneigten Mittagsuhren für diesen Fall wird daher nur in Folgendem von der für den 1sten Fall gezeigten abweichen.

Der Winkel C J D Fig. 17, welchen die Erdachse oder der Uhrweiser mit der geneigten Mittagslinie G E bildet, wird aus dem willkührlichen Punkte J derselben so an sie getragen, daß sein Scheitel J

nach Mitternacht gekehrt ist*). An dem von J aus gerechneten mittäglichen Theile der Mittagslinie wird hierauf ganz dieselbe Construction wiederholt, wie bei Fig. 17 im 1sten Falle an dem mitternächtlichen Theile.

An die dadurch erhaltenen Stundenlinien werden die Stundenzahlen so gesetzt, daß die 12^h an den nach Mittag gekehrten Endpunkt der Mittagslinie, die Morgenstunden aber an die auf deren Abendseite, die Abendstunden an die auf deren Morgenseite befindlichen Stnndenlinien, in derselben Reihenfolge von 12^h aus zu stehen kommen, wie in Fig. 17 des 1sten Falles. Die Construction der Thierkreislinien bleibt ganz dieselbe, nur daß für nördliche Breiten die dem Punkte J zunächst gelegene Thierkreislinie die des ♑, für südliche Breiten aber die des ♋ wird**), also des Analemma in Fig. 17 a gerade entgegengesetzt zu verzeichnen ist; weil für unter nördlichen Breiten dem Südpole zugekehrte Flächen ein auf denselben befestigter dem Südpole zugekehrter Stift die kürzesten Schatten auf diese Flächen wirft, wenn die Sonne für diese Breite am tiefsten oder im ♑ steht. Aus demselben Grunde findet für unter südlichen Breiten dem Nordpole zugekehrten Weiser und Flächen für das entgegensetzte Zeichen dasselbe statt. Die übrige Construction ist ganz dieselbe wie im 1sten Falle Fig. 17 und 17 a.

Nach vollendeter Auftragung der Uhr wird der Weiser, dessen Länge u. s. w. sich wie in Fig. 9

*) Dies gilt für dem Scheitelpunkte zugekehrte Uhrflächen; sind dieselben dem Fußpunkte zugekehrt, so ist der Winkel CJD stets gleich dem Inclinationswinkel + der Breite und sein Scheitel ist nach Mittag gekehrt, die Construction der Uhr bleibt aber dieselbe wie obige für letztern Fall.

**) Für dem Nadir zugekehrte Uhrflächen findet das Gegentheil statt.

und 17 bestimmt, so in J befestigt, daß er mit der geneigten Mittagslinie den Winkel C J D, gleich dem Inclinationswinkel weniger der Breite des Orts macht, sich vollkommen in der Vertikalebene der Mittagslinie befindet und seine Spitze P nach Mittag gerichtet ist.

2. und 4. Die geneigten Abend- und Morgenuhren.

Man ziehe z. B. unter derselben Breite wie im vorigen Beispiele auf einer vollkommen nach Morgen gekehrten Fläche die Mittagslinie D G Fig. 19; da nun aber die Winkel, welchen diese mit der horizontalen Mittagslinie bildet, o ist, denn beide Mittagslinien fallen zusammen, und uns daher außer Stand setzt, die Lage der Uhrebene gegen die Aequatorebene auf die bisher beschriebene Weise zu bestimmen; so ziehe man, um dieselbe zu erhalten, eine zur Mittagslinie G D rechtwinkelige Linie und messe vermöge des Inclinatoriums ganz auf die Art, wie dieses pag. 51. für die Mittagslinie gezeigt wurde, den Winkel, welchen diese Linie mit dem horizontal gestellten Lineale jenes Instrumentes oder dem Horizonte des Ortes bildet, z. B. 50°. Aus diesem Winkel, der Breite des Orts und dem Winkel o, welchen die geneigte und horizontale Mittagslinie bilden, läßt sich nun folgendermaßen die Lage der Durchschnittslinie H H′ Fig. 19 der geneigten und Aequatorebene, sowohl gegen die äquinoctiale Mittagslinie D E, als auch gegen diejenige D G der geneigten Ebene bestimmen und vermöge diesem die Uhr verzeichnen.

Man ziehe zu diesem Behufe zuerst eine gerade Linie C B Fig. 19 a, trage an diese den Winkel E C B, gleich der Aequatorhöhe des Orts (hier also $90-51^0\ 3'\ 17'' = 38^0\ 56'\ 43''$), ziehe hierauf aus einem willkührlichen Punkte J der Linie C B eine zu dieser rechtwinkelige J E; trage sodann aus J an J E

den Winkel H J E gleich der Ergänzung des Inclinationswinkels (nämlich 50° zu 90°, also 40°); ziehe ferner durch E eine zu J E rechtwinkelige Linie C H bis in J H; lege hierauf durch E eine zu E C rechtwinkelige E H″ und mache E H″ = E H, zieht man nun C H″, so gibt der dadurch bestimmte Winkel E C H″ die Neigung der Aequinoctialmittagslinie D E Fig. 19 gegen die Durchschnittslinie H H′, für gegenwärtiges Beispiel 27° 48′. Construirt man aus den 3 Seiten C H″ = C H′, J H = J H′ und C J Fig. 19 a das △ C H′ J, so ist der Winkel H′ C J derjenige, den die Mittagslinie D G der geneigten Ebene mit der Durchschnittslinie H H′ bildet, und zwar hier gleich 46° 32′.

Nach diesen Vorbereitungen trage man aus dem willkührlichen Punkte J der Mittagslinie D G der geneigten Ebene den Winkel C J D, welchen der Weiser P J oder die Erdachse mit selbigen bildet und der, da hier der meridionale Inclinationswinkel (Winkel, welchen die geneigte und horizontale Mittagslinie bilden) stets kleiner als die Breite nämlich 0° ist, dem bei der Mittagsuhr Gesagten zufolge, der Breite des Orts gleich sein muß, so an G D, daß, wenn die Uhrflächen dem Scheitelpunkte (Zenith) des Orts zugekehrt sind, oder was dasselbe ist, wenn deren Ebenen mit der Horizontalebene des Orts und zwar unter derselben Winkel bilden, die weniger als 90° betragen, der Scheitel J dieses Winkels nach Mittag, im entgegengesetzten Falle aber nach Mitternacht gekehrt ist. Hierauf ziehe man durch einen willkührlichen Punkt C des Schenkels C J dieses Winkels, eine zu C J rechtwinkelige Linie C D und bemerke deren Durchschnittspunkt D mit der Mittagslinie D G; aus diesem trage man, ist die Uhrfläche dem Scheitelpunkte des Orts zugekehrt, an die Abendseite, ist sie dem Fußpunkte (Nadir) zugekehrt, an die Morgenseite der

Mittagslinie (für nördliche und südliche Breiten der Morgenuhren) den Winkel J D H′ = J C H′ Fig. 19 a so, daß sein Scheitel nach Mitternacht gekehrt ist; ferner trage man aus D noch an die der Mittagslinie zugekehrte Seite von D H′ Fig. 19, ebenfalls mit seinem Scheitel nach Mitternacht gekehrt, den Winkel E D H′ = E C H′ Fig. 19 a, so ist E D Fig. 19 die Aequinoctial-Mittagslinie und die verlängerte D H nämlich H H′ die Durchschnittslinie der äquinoctialen und geneigten Ebene. Macht man D E = C D und beschreibt aus dem dadurch bestimmten Punkte E mit dem Radius D E einen Kreis D 6 12 6 D, theile ihn von D aus in 24 gleiche Theile, zieht durch die Theilungspunkte 1, 2, 3 u. s. w. und den Mittelpunkt E gerade Linien, bemerkt deren Durchschnittspunkte a, b, c u. s. w. mit der Linie H H′ und verbindet diese Punkte mit J durch gerade Linien, so geben diese die Stundenlinien JI, JXI u. s. w. der geneigten Morgenuhr. Verlängert man die Stundenlinien rückwärts durch J, so erhält man die Stundenlinien für die entgegengesetzten Zeiten wie JII, JIII u. s. w. Die Stundentheillinien aber bestimmen sich ganz auf dieselbe Weise wie bei den Horizontaluhren.

Wieviel Stundenlinien für die Breite, für welche die Uhr entworfen ist, anzugeben sind, wieviel aber überhaupt in Rücksicht einer andern Breite angegeben werden können, wird sich weiter unten bei der Construction der Beleuchtungsscala ergeben.

An die Stundenlinien kommen die Stundenzahlen so zu stehen, daß, wenn die Uhrfläche dem Zenith des Orts zugekehrt ist, die 12te Mittagsstunde an den Mitternachtspunkt der Mittagslinie, an die Stundenlinien auf deren Morgenseite die Abend- und an die auf deren Abendseite die Morgenstunden, wie sie von 12^h Mittags aus auf einander folgen, zu setzen sind. Ist aber die Uhrfläche dem Nadir des Orts zugekehrt, so kom-

men die Morgenstunden zwar ebenfalls an die, jedoch nach Mittag gekehrten, Endpunkte der Stundenlinien auf der Abendseite und die 1 Morgenstunde kommt an die, dem von J aus gerechnet mittäglichen Theile der Mittagslinie, zunächst gelegenen Stundenlinie zu stehen. Für diesen Fall sind aber, die Pole ausgenommen, keine 12^h und keine Abendstundenlinien anzugeben, weil die Uhr nur des Morgens beleuchtet wird.

Die Construction der Thierkreislinien ergibt sich aus Fig 19 b und folgt in der Hauptsache ganz der für die vorhergehenden Uhren gegebenen. Man macht nämlich J C Fig. 19 b = J C Fig. 19, zieht durch C eine zu C D rechtwinkelige Linie C D, so ist C J der Uhrweiser und C D die Aequinoctialebene. Aus C Fig. 19 b trage man nun auf C D die Abstände E a, E b, E c, E d u. s. w. Fig. 19, so erhält man dadurch die Punkte a, b, c, d, e u. s. w., welche, mit J durch gerade Linien verbunden, die Lage der Stundenlinien J 1, J 2, J 3, J 4 u. s. w. gegen den Weiser geben. Verzeichnet man hierauf aus dem willkührlich angenommenen die Thierkreislinien beschreibenden Punkt p das Analemma so, daß seine für nördliche Breiten und dem Zenith zugekehrte Uhrflächen, p ♋, für dem Nadir zugekehrte Uhrflächen aber p ♑ Linie dem Punkte J zugekehrt ist, für südliche Breiten und gleiche Fälle aber das Gegentheil stattfindet und seine p ♎ ♈ Linie rechtwinkelig zu C J ist, so geben die Durchschnittspunkte seiner Zeichenradien mit den Stundenlinien die Punkte a′ a″ ··· b′ b″ ····· c′ c″ ··· u. s. w. deren Abstände von J, aus J Fig. 19 auf die zugehörigen Stunden- oder sonstige Zeittheillinien getragen, die Punkte a′ a″ ··· b′ b″ ··· c′ c″ ··· u. s. w. geben, welche, durch krumme Linien verbunden, die Thierkreislinien bilden, an die sodann die Thierzeichen in der Ordnung zu

stehen kommen, wie sie die Lage des Analemmas in Fig. 19 b bedingt, welche, durch das pag. 63. hierüber Gesagte, für jeden Fall bestimmt ist.

Um zu wissen, was die verzeichneten Thierkreislinien für Linien sind und dadurch, wie später gezeigt werden wird, ihre Richtigkeit zu prüfen, suche man den Winkel, welchen die Aequatorebene mit der Uhrebene bildet. Da diese sich aber hier nicht wie bei den vorhergehenden Uhren rechtwinkelig zur Mittagsebene des Orts durchschneiden, wie die Lage der Durchschnittslinie H H' gegen die Mittagslinie D G und D E der geneigten und äquinoctialen Ebene zeigt, jener Winkel sich aber durch die gegenseitige Lage zweier auf den beiden Ebenen aus ein und demselben Punkte ihrer Durchschnittslinie zu dieser rechtwinkeligen Linie ergibt, also für alle Fälle, in welchen die Durchschnittslinie H H' nicht rechtwinkelig zur Mittagslinie der Uhr liegt, nicht durch den Winkel C D J, welchen die Aequinoctial- und Uhrmittagslinie mit einander bilden, bestimmt ist: so muß derselbe auf eine andere Art als bei den vorhergehenden Uhren gefunden werden; der kürzeste Weg ist folgender. Man trage auf die Linie C D Fig. 19, welche die Lage der Aequatorebene gegen den Uhrweiser C J gibt, von C aus den Abstand des Punktes E (des Centrums der Aequinoctialuhr) von H H' (der Durchschnittslinie der Aequator- und Uhrebene), verbinde den dadurch erhaltenen Punkt F mit J, so erhält man den Winkel C F J, welcher den gesuchten gibt; denn da C F als die Linie, welche den Abstand des Punktes E von den Linien H H' bestimmt, rechtwinkelig zu dieser ist, C J aber rechtwinkelig zur Aequatorebene C D liegt und zugleich den Abstand des Centrums E oder C von dem Punkte J, in welchen C J die Uhr berührt, gibt: so wird auch F J rechtwinkelig zu H H' und folglich C F J der Winkel sein, den die Aequator- und Uhrebene bilden. Ein anderes noch

sichereres Verfahren, diesen Winkel zu finden, das nicht von der Construction der Uhr abhängt und in Verbindung mit obigem zur Prüfung ihrer Richtigkeit dient, ist folgendes. Man ziehe aus E Fig. 19 a zu E C eine rechtwinkelige Linie E B bis B C; ferner aus E zu C H″ gleichfalls eine rechtwinkelige E L und verzeichne sodann aus den zwei Seiten E B und E L als Katheten, indem man L B′ = E B macht, das rechtwinkelige △ B′E L, so ist der Winkel B′E L desselben der gesuchte und zwar für Fig. 19 60° 1′; es sind also die Thierkreislinien auf derselben, Tafel I. pag. 47 zufolge, denn die Uhr ist für eine nördliche Breite und auf einer dem Zenith des Orts, folglich dem Nordpole zugekehrten Fläche verzeichnet, Hyperbolen.

Die Construction der Beleuchtungsscala ist ganz dieselbe, wie bei den vorhergehenden Uhren, und ergibt sich aus Fig. 19 b. Man zieht nämlich durch J zu den Zeichenradien p ♋ u. s. w. des Analemmas parallele Linien J o, J q u. s. w. und prüft deren Lage gegen die Stundenlinien ganz auf dieselbe Art, wie es bei den vorhergehenden Beispielen gezeigt wurde, indem man ermittelt, was jene Linien für Zeittheillinien sind, so erhält man dadurch die Auf- und Untergangszeiten in Rücksicht der Uhr, wie sie Fig. 19 b und 19 angegeben sind. Aus denselben ersieht man den für vorliegendes Beispiel und auf ähnliche Weise für jedes zu den hier angegebenen Fällen gehöriges, daß, da 2^h 49^m der späteste Untergang der Sonne in Bezug auf die Uhr ist, die Nachmittagsstundenlinien nur bis III^h anzugeben sind. Vergleicht man die Aufgangsscala mit derjenigen der Horizontaluhr für gleiche Breite Fig. 9, so sieht man, daß die Morgenstundenlinien nur von III^h an anzugeben sind, da die Beleuchtung des Orts oder der Aufgang der Sonne

für die angenommene Breite am längsten Tage erst um 3^h 51^m beginnt und also die Sonne, wie sich ferner aus der Vergleichung der Beleuchtungsscala Fig. 19 der Uhr und Fig. 9 des Orts ergibt, des Morgens stets unsichtbar in die Ebene der geneigten Uhr tritt, indem diese Eintritte geschehen, wenn die Sonne noch unter dem Horizonte des Orts befindlich ist. Man sieht hieraus abermals, daß die Beleuchtungsscala zwar die Eintritte der Sonne in die Uhrebene angibt, der Anfang, das Ende und die Dauer der Uhrbeleuchtung aber noch von der Breite des Orts, welche die Auf- und Untergangszeiten der Sonne in Bezug auf denselben bedingt, abhängt, und daß die Beleuchtungsscala nur dann den Anfang, das Ende und die Dauer der Uhrbeleuchtung angibt, wenn die Sonne des Morgens früher und des Abends später in den Horizont des Orts, als in die Uhrebene tritt.

Nach so vollendeter Verzeichnung und Prüfung der Uhr befestige man den Weiser PJ Fig. 19 so im Punkte J, daß er mit der Mittagslinie DG den Winkel CJD gleich der Breite des Orts bildet, sich dabei in der Vertikalebene der Mittagslinie befindet und für Uhrflächen, welche dem Zenith des Orts zugekehrt sind, mit seiner Spitze P nach Mitternacht, sind dieselben aber dem Nadir zugekehrt, mit seiner Spitze nach Mittag gekehrt ist. Seine Länge JP, in Rücksicht der Schattengebung auf die Einfassung der Uhr bestimmt sich auf die schon erwähnte Art, und der die Thierkreislinien beschreibende Punkt p wird in dem Abstande pJ Fig. 19 b = pJ Fig. 19 durch ein Knöpfchen als solcher bemerkt.

Da die Construction der geneigten Abenduhren in der Hauptsache ganz mit der so eben gezeigten der geneigten Morgenuhren übereinstimmt, oder man, um jene zu erhalten, nur die Construction der letztern auf der vollkommen nach Abend gekehrten Fläche zu

wiederholen hat; so ist nur das hier angeführt, was von jener abweicht.

Nachdem man die Mittagslinie auf die vollkommen nach Abend gekehrte Uhrfläche verzeichnet, den Winkel, welchen selbige mit der Durchschnittslinie H H' der Uhr- und Aequatorebene, sowie auch den, welchen diese mit der äquinoctialen Mittagslinie bildet, ganz auf die Art, wie Fig. 19 a gezeigt wurde, bestimmt hat, trage man erstern aus dem Punkte D (welcher mit D Fig. 19 gleiche Bedeutung hat), ist die Uhrfläche dem Zenith des Orts zugekehrt, so an die Morgenseite der Mittagslinie, daß sein Scheitel nach Mitternacht liegt, ist die Uhrfläche aber dem Nadir zugekehrt, so trage man ihn, ebenfalls mit seinem Scheitel nach Mitternacht gekehrt, an deren Abendseite. Alles Uebrige bleibt dasselbe wie bei den Morgenuhren und es ist nur noch zu bemerken, daß bei den dem Nadir zugekehrten Abenduhren keine Morgenstunden anzugeben sind, weil dieselben des Morgens nicht beleuchtet werden, wie sich übrigens durch die Beleuchtungsscala von selbst ergibt.

4. Die geneigten Mitternachtsuhren.

Um die geneigten Mitternachtsuhren zu verzeichnen, ziehe man auf der vollkommen nach Mitternacht gekehrten ebenen Fläche die Mittagslinie, messe den meridionalen Inclinationswinkel, z. B. 78° 57', bestimme ferner den Winkel CJG, welchen die Erdachse oder der Uhrweiser mit der geneigten Mittagslinie bildet und der a) wenn die Uhrfläche dem Zenith des Orts zugekehrt ist, stets das Maß des Inclinationswinkels + der Breite des Orts beträgt; ist aber b) die Uhrfläche dem Nadir zugekehrt und der Inclinationswinkel größer als die Breite, gleich dem Maße jenes weniger dieser, ist endlich c) der Inclinations-

winkel kleiner als die Breite, gleich dieser weniger dem Maße von jenem ist, wie sich aus Fig. 1 ergibt, wenn man die Lage der Uhrebene gegen die Erdachse darin bemerkt. Diesen Winkel trage man nun aus dem willkührlichen Punkte J Fig. 21 der geneigten Mittagslinie G D so an diese, daß, wenn die Uhrfläche dem Zenith des Orts zugekehrt ist, sein Scheitel nach Mittag liegt; eine gleiche Lage bekommt er auch, wenn die Uhrfläche dem Nadir zugekehrt, der Inclinationswinkel über dem Horizonte gemessen, größer als die Breite gefunden worden ist; sollte für letztere Lage der Uhrebene die Breite aber größer sein, als das Maß des Inclinationswinkels, so kommt der Scheitel in J nach Mitternacht zu liegen. Aus dem willkührlichen Punkte C des Schenkels C J dieses Winkels ziehe man eine zu C J rechtwinkelige Linie C D bis in die geneigte Mittagslinie D G; bemerke den Durchschnittspunkt D mit derselben, ziehe durch diesen eine zu D G rechtwinkelige Linie D H, trage sodann D C von D aus auf die Mittagslinie D G, indem man D E = D C macht; beschreibe aus dem dadurch bestimmten Punkte E mit dem Radius D E an D G einen Viertelkreis D 6 E; theile ihn in 6 gleiche Theile, verbinde die Theilungspunkte 1, 2, 3, 4, 5, 6 mit dem Mittelpunkte durch gerade Linien und verlängere diese, bis sie D H durchschneiden, wodurch sich die Punkte a, b, c, d, e bestimmten, welche mit J durch gerade Linien verbunden, rückwärts durch J verlängert und, in derselben Lage gegen die Mittagslinie, auf deren andere Seite getragen, die Stundenlinien der Uhr geben. Man sieht, daß diese Construction mit der der Horizontaluhren bis auf die Bestimmung des Winkels C J D ganz übereinkommt, was auch sehr leicht erklärlich ist, da eine jede vollkommen nach Mitternacht gekehrte Uhr eine Horizontaluhr für die Breite ist, welche dem Maße des

Winkels C J D gleichkommt, und zwar wird, ist die Mitternachtsuhr für nördliche Breiten und auf einer dem Zenith oder Nadir des Orts zugekehrten Fläche, deren Inclinationswinkel aber für letzteren Fall, über dem Horizonte gemessen, größer als die Breite des Orts ist, verzeichnet, die Uhr eine Horizontaluhr für nördliche Breite, ist aber der Inclinationswinkel für letzteren Fall kleiner als die Breite des Orts, die Uhr eine Horizontaluhr für eine südliche Breite sein. Für südliche Breiten findet unter gleichen Bedingungen in Rücksicht der Breite das Gegentheil statt. Wegen dieser Uebereinstimmung der geneigten Mitternachtsuhren mit den Horizontaluhren kommt auch alles Uebrige auf sie Bezug habende mit dem für diese Gesagten in der Hauptsache überein, wie sich aus der Vergleichung von Fig. 21 und 21 a mit Fig. 9 und 10 ergibt, und es ist hier nur noch zu bemerken, daß für Fall a) die 12te Mittagsstunde an den Mitternachtspunkt der Mittagslinie und von dieser aus die Morgenstunden, wie bei allen übrigen Uhren, an die Stundenlinien auf der Abend-, die Morgenstunden an die Stundenlinien auf der Morgenseite zu setzen sind, für den Fall b) aber, wo keine 12te Mittagsstundenlinie zu verzeichnen ist, weil die Mitternachtsuhr zu dieser Zeit unter keiner Breite beleuchtet wird, kommt die 12te Mitternachtsstunde an den Mitternachtspunkt der Mittagslinie und für den Fall c), wo in Bezug auf die 12te Mittagsstundenlinie dasselbe wie bei b stattfindet, kommt die 12te Mitternachtsstunde wie bei a an den Mittagspunkt der Mittagslinie.

Wie die Lage der Stundenzahlen, so hängt auch die Lage der Thierkreislinien von der Lage der Uhrebene gegen den Horizont des Orts ab; denn es wird für a und b, für nördliche Breiten die ♋, für südliche aber die ♑ Thierkreislinie, für c aber unter

nördlichen Breiten die Z und unter südlichen die ♋ Thierkreislinie J zunächst liegen. Gibt man daher dem Analemma in Fig. 21 a die hierdurch bestimmte Lage und verfährt dann wie für Fig. 10 gesagt wurde, so werden sich dadurch die Thierkreislinien und ihre Lage gegen J ergeben, wie Fig. 21 zeigt. Der Winkel, welchen die Uhr mit der Aequatorebene bildet, ist hier, da die erstere rechtwinklig zur Mittagsebene liegt, dem für Fig. 17 Gesagten zufolge, J D C oder auch 90° — D J C und für vorliegendes Beispiel Fig. 21, in welchem die Breite des Orts 51° 3′ angenommen ist = 39° 16′, denn da der Winkel G J C = 78° 13′ + 51° 3′ (Maß des Inclinationswinkels + der Breite des Orts) = 129° 16′, so ist Winkel C J D = 180°—129° 16′ = 50° 44′, J D C aber 90°—50° 44′ = 39° 16′ und es sind daher die Thierkreislinien Hyperbolen, wie, da alle unter nördlichen Breiten verzeichnete Uhren für die Fälle a und b dem Nordpole, für den Fall c aber dem Südpole zugekehrt sind, Tab. I. pag. 46. zeigt. Für die unter südlichen Breiten verzeichneten findet das Gegentheil statt, wie sich aus Fig. 1 sehr leicht ergibt, wenn man die Lage der Uhrebenen gegen die Erdachse P S darin bemerkt.

Aus der Beleuchtungsscala, welche, wie Fig. 21 a zeigt, ganz auf die bei den vorigen Uhren angegebene Art construirt wird, bestimmt sich, welche und wie viel Stundenlinien in Bezug auf die Beleuchtung der Uhr überhaupt angegeben werden können, durch Vergleichung dieser Beleuchtungsscala mit der der Horizontaluhr des Orts aber, welche und wieviel Stundenlinien in Rücksicht der Dauer der Beleuchtung des Orts und der Uhr wirklich anzugeben sind. So sieht man, daß z. B. für vorliegenden Fall Fig. 21 die Sonne in Bezug auf die Uhr, im ♋ oder am längsten Tage des Orts um 3^h 52^m Nachmittags

auf-, und um 8^h 8^m Morgens untergeht, die Stundenlinien überhaupt also von 3^h Nachmittags bis 9^h Morgens, also 18 angegeben werden können. Aus der Vergleichung der Beleuchtungsscala der Uhr mit derjenigen des Orts, hier Fig. 9 (der Horizontaluhr für die hier angenommene Breite), ersehen wir aber, daß, da die Sonne für den Ort erst um 3^h 50^m Morgens auf und um 3^h 10^m Abends schon untergeht, die Uhr also nur von 3^h bis gegen 9^h Nachmittags und von 3^h bis gegen 9^h Morgens beleuchtet wird, und daher auf derselben nur 12^h Linien anzugeben sind, wie Fig. 21 zeigt. Wäre die Uhr unter einer Breite, wo die Sonne am längsten Tage nicht untergeht, wie z. B. unter 80° orientirt, das heißt so aufgestellt, daß sie eine zu der hier bedingten vollkommen parallele Lage hätte, so würde sie für einen Theil des Jahres die Zeit von 3^h 52^m Nachmittags bis 8^h 8^m Morgens zeigen und daher die Stundenlinien von 3^h bis 9^h anzugeben sein, für den entgegengesetzten Theil des Jahres würde aber gar keine Beleuchtung der Uhr stattfinden, wie sich dieses aus der Vergleichung der Beleuchtungsscala Fig. 21 mit derjenigen von Fig. 13 der Horizontaluhr für 80° nördlicher Breite angibt.

Nach so vollendeter Verzeichnung und Prüfung der Uhr wird der Weiser, dessen Länge in Bezug auf die Schattengebung in die Einfassung der Uhr sich auf die schon erwähnte Weise bestimmt, so im Punkte J befestigt, daß er sich in der Vertikalebene der Mittagslinie befindet und mit derselben den Winkel C J D bildet, seine Spitze P für die Fälle a und b nach Mitternacht, für den Fall c aber nach Mittag gekehrt ist und sich das die Thierkreislinien beschreibende Knöpfchen p in dem Abstande J p Fig. 21 = J p Fig. 21 a an demselben befindet.

b) Die abweichend geneigten (declinirend inclinirenden) Uhren.

Unter diese gehören, wie schon gesagt, alle diejenigen geneigten Uhren, welche auf Flächen verzeichnet sind, die weder vollkommen nach Mittag, noch nach Abend, Mitternacht oder Morgen, sondern nach einer zwischen diesen gelegenen Himmelsgegend gekehrt sind, also von jenen abweichen. Man kann sie in abweichend geneigte Mittags-, Abend-, Mitternachts- und Morgenuhren eintheilen, indem man unter erstere alle diejenigen rechnet, deren Flächen nach einer zwischen Süd und Süd-Ost und zwischen Süd und Süd-West, unter die andern alle diejenigen, deren Uhrfläche nach einer zwischen West und Süd-West oder West und Nord-West, unter die 3ten die, deren Uhrflächen nach einer zwischen Nord und Nord-West oder Nord und Nord-Ost, und unter die 4ten endlich diejenigen, deren Uhrflächen nach einer zwischen Ost und Nord-Ost oder Ost und Süd-Ost gelegenen Himmelsgegend gekehrt sind. Da aber die Construction dieser Uhren nur von der Lage ihrer Flächen gegen je zwei Hauptweltgegenden abhängt und also dieselbe, die Uhrfläche mag nach Ost-Süd-Ost oder Süd-Süd-Ost oder jeder andern zwischen zwei Cardinalpunkten liegenden Himmelsgegend gekehrt sein, unverändert bleibt: so wollen wir sie nur nach ihrer Lage gegen die Hauptweltgegenden durchgehen, indem wir sie als abweichend geneigte oder zwischen den geneigten liegende Uhren betrachten, wie dieses auch in der Reihenfolge der Figuren Tab. IV. und V. angenommen ist.

Es sei nun 1) die Uhrfläche nach irgend einer zwischen Süd und Ost gelegenen Himmelsgegend gekehrt, so läßt sich die Uhr folgendermaßen entwerfen:

Zuerst verzeichne man auf der Uhrfläche die Mittagslinie, messe den Winkel, welchen sie mit der ho-

rizontalen Mittagslinie (den Inclinationswinkel), so wie auch denjenigen, welchen diese mit einer auf der Uhrebene gezogen gedachten horizontalen (den Declinationswinkel) bildet; bestimme ferner den Winkel, welchen die geneigte Mittagslinie mit der Erdachse macht, der, wenn die Uhrfläche dem Zenith des Orts zugekehrt und a) die Breite desselben mehr als das Maß des Inclinationswinkels beträgt, gleich jener weniger diesem ist; beträgt aber b) die Breite des Orts weniger als das Maß des Inclinationswinkels, gleich diesem weniger jener ist. Ist die Uhrfläche dem Nadir zugekehrt, so ist dieser Winkel stets gleich der Breite des Orts + dem Maße des Inclinationswinkels, wie sich sehr leicht ergibt, wenn man die Lage der geneigten Mittagslinie G E oder G′ E′ gegen die Horizontale H R in Fig. 1 bemerkt.

Diesen Winkel trage man nun aus dem willkührlichen Punkte J Fig. 18 der geneigten Mittagslinie D G so an dieselbe, daß für den Fall a) sein Scheitel nach Mittag, für den Fall b) aber, oder wenn die Uhrfläche dem Nadir zugekehrt ist, nach Mitternacht liegt, ziehe sodann durch einen willkührlichen Punkt C des Schenkels C J dieses Winkels eine zu C J rechtwinkelige Linie C D bis in die geneigte Mittagslinie und bemerke den Durchschnittspunkt D mit dieser.

Hierauf bestimme man sowohl den Winkel, welchen die Durchschnittslinie H H′ der Uhr- und Aequinoctialebene mit der geneigten Mittagslinie D G, als auch denjenigen, welchen sie mit der äquinoctialen Mittagslinie D E bildet und zwar folgendermaßen:

Zuerst ziehe man eine gerade Linie A′ C Fig. 18 a und durch diese eine rechtwinkelige J E, beide willkührlich lang; trage hierauf aus C an A′ C den gemessenen Inclinationswinkel J C R und verlängere dessen Schenkel J C bis in die Linie J E; trage ferner den Winkel E C R gleich der Aequatorhöhe (90°

— der Breite) des Orts aus C, ist die Uhrfläche dem Zenith zugekehrt, an die andere Seite von A'C, ist sie aber dem Nadir zugekehrt, an dieselbe Seite wie J C R *) und verlängere den Schenkel C E ebenfalls bis in J E; trage sodann noch aus C an die obere oder untere Seite von A C den Declinationswinkel A C R; lege die Linie A R, welche der Winkel A C R auf J E abschneidet, von R aus auf A'R, verbinde den dadurch erhaltenen Punkt A' mit J durch eine gerade willkührlich lange Linie J H; ziehe ferner durch E eine zu J E rechtwinkelige Linie E H bis in J H, verzeichne hierauf aus den Seiten E H und E C das rechtwinkelige Dreieck E D H, indem man E D = E C macht und D mit H verbindet, so erhält man dadurch den Winkel E D H, welchen die äquinoctiale Mittagslinie E D Fig. 18 mit H H' bildet. Nun construire man aus den 3 Seiten J C, J H und H D das Dreieck J D' H, indem man J D' = J C, D' H = D H und J H = J H macht; so ist der Winkel J D' H derjenige, den die geneigte Mittagslinie D G Fig. 18 mit der Durchschnittslinie H H' bildet.

Diesen Winkel trage man aus dem Punkte D so an die Abendseite der geneigten Mittagslinie, daß für den Fall a und b, oder wenn die geneigte Ebene dem Nadir zugekehrt und der Inclinationswinkel größer als die Aequatorhöhe des Orts ist, sein Scheitel nach Mitternacht, für dem Nadir zugekehrte Uhrflächen und Inclinationswinkel, die kleiner als die Aequatorhöhe des Orts sind, derselbe aber nach Mittag gekehrt ist. Aus D trage man ferner an den Schenkel D H' dieses Winkels den Winkel E D H' = E D H

*) Obgleich sich dadurch die Lage der Linien gegen einander etwas ändert, so bleibt die Construction doch immer ganz dieselbe und man hat daher für alle Fälle das hier Gesagte buchstäblich zu wiederholen.

Fig. 18 a, mache E D gleich C D Fig. 18 und beschreibe aus dem dadurch bestimmten Punkte E mit dem Radius E D einen Kreis D 6 12 6 D, theile ihn von D aus in 24 gleiche Theile, verbinde die Theilungspunkte 1, 2, 3 u. s. f. mit E durch gerade bis in H H' (die verlängerte D H') gehende Linien und bemerke deren Durchschnittspunkte a, b, c, d u. s. w. mit H H'; verbindet man alle diese Punkte mit J durch gerade Linien, so geben diese die Stundenlinie der Uhr. Sollte irgend eine Theilungslinie des Kreises D 6 12 6 D parallel zu H H' liegen, also keinen Durchschnittspunkt mit derselben geben, so erhält man die derselben zugehörige Zeittheillinie auf der Uhr, wenn man durch J eine zu H H' parallele Linie zieht. Verlängert man alle Stundenlinien rückwärts durch J, so erhält man die Stundenlinien für die entgegengesetzten Zeiten; theilt man die Stundenbogen 12, 11', 11, 10 u. s. w. des Kreises D 6 12 6 D noch weiter ein, legt durch die Theilungspunkte und E gerade Linien bis in H H', verbindet deren Durchschnittspunkte mit dieser letztern mit J durch gerade Linien, so sind diese, je nachdem die Eintheilung gemacht wurde, die $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ u. s. w. Zeittheillinien, welche, rückwärts durch J verlängert, dieselben für die entgegengesetzten Zeiten geben, wie Fig. 18 zeigt, wo sie zur Vermeidung zu vieler Linien blos auf dem Rande der Uhr angegeben sind.

Ist der Scheitel J des Winkels C J D, welchen der Weiser oder die Erdachse mit der geneigten Mittagslinie bildet, nach Mittag gekehrt, so kommt die XIIte Mittagsstunde an den Mitternachtspunkt der Mittagslinie, die Morgenstunden aber, wie sie von XII^{h} Mittags aus auf einander folgen, an die Stundenlinien auf der Abendseite, die Abendstunden an die Stundenlinien auf der Morgenseite; ist der Scheitel dieses Winkels aber nach Mitternacht gekehrt, so

kommt die XIIte Mittagsstunde an den Mittagspunkt der Mittagslinie; für die übrigen Stunden gilt aber dasselbe wie vorher.

Um die Thierkreislinien zu verzeichnen, ziehe man zwei rechtwinkelige Linien J C und C D Fig. 18 b, mache erstere gleich J C Fig. 18, letztere aber willkührlich lang. Trägt man nun die Abstände E a, E b, E c u. s. f. Fig. 18 von C Fig. 18 b aus auf C D und verbindet die dadurch erhaltenen Punkte a, b, c u. s. f. mit J durch gerade Linien J a, J b, J c u. s. f., so geben diese die Lage der durch die Punkte a, b, c u. s. w. in Fig. 18 bestimmten Stundenlinien gegen den Weiser J C (pag. 35). Zieht man durch J zu C D eine parallele Linie J s, so gibt diese diejenigen Stunden- oder Stundentheillinie, welche zu H H' Fig. 18 parallel liegt. Trägt man die in Fig. 18 b angegebenen Stundenlinien in derselben Lage gegen J s auf der andern Seite dieser Linie, so erhält man die Lage der den entgegengesetzten Zeiten jener ersten Stundenlinien zugehörigen Stundenlinien gegen den Weiser J C (pag. 36), wie z. B. J 4', J 2' u. s. w. Verzeichnet man aus einem willkührlichen als die Thierkreislinien beschreibend angenommenen Punkte p des Weisers J C das Analemma so, daß seine S oder p ♎ ♈ Linie rechtwinkelig zu J C liegt, seine p ♋ Linie aber für nördliche Breiten, wenn der Scheitel des Winkels C J D nach Mittag gekehrt ist, nach J, zeigt derselbe aber nach Mitternacht, die p ♑ Linie nach J zu liegt (für südliche Breiten findet das Gegentheil statt); trägt man hierauf die Abstände der Durchschnittspunkte a', a'' · , · , · b', b'' · · · c', c'' u. s. w. der Zeichenradien des Analemmas mit den Stundenlinien von J, von J Fig. 18 aus, auf die übereinstimmenden Stundenlinien der Uhr, verbindet die dadurch erhaltenen ein und denselben Thierzeichen zugehörigen Punkte a', a'' · · · b', b'' · · · c', c'' u. s. f. durch

krumme Linien, so geben diese die Thierkreislinie der Uhr, an welche man sodann die Thierzeichen in der Ordnung zu setzen hat, wie sie das Analemma bestimmt.

Um die Thierkreislinien zu prüfen, suche man den Winkel, welchen die Uhr- mit der Aequatorebene macht, und zwar, entweder auf die pag 64. angeführte erste, oder mit der zweiten übereinkommende folgende Art. Man ziehe durch einen willkührlichen Punkt B der Linie CE Fig. 18 a eine zu dieser rechtwinkelige BK bis in JC, wodurch sich K bestimmt, trage hierauf BC von D aus auf DE, indem man DB' = CB macht, fälle aus dem dadurch bestimmten Punkte B' eine rechtwinkelige B'L auf HD und trage dieselbe von B aus auf CE, indem man BL' = B'L macht. Verbindet man die Punkte K und L' durch eine gerade Linie, so ist der Winkel KL'B derjenige, den die Uhrebene mit der Aequatorebene bildet. Ist die Uhrfläche für nördliche Breiten dem Zenith des Orts zugekehrt und der unter den Horizontalen gemessene Inclinationswinkel kleiner als die Breite, so ist die Uhrfläche dem Nordpole, für jede andere Lage aber dem Südpole zugekehrt. Für südliche Breiten findet das Gegentheil statt. Sucht man nun den Winkel, welchen die Uhr- und Aequatorebene bilden, je nachdem der Fall ist, in Tab. I. oder II. pag. 45 auf, so ergibt sich, was die Thierkreislinien auf der ihm zugehörigen Uhrfläche für Linien sind, so werden sie z. B. für Fig. 18 einer 41° geneigten und dem Zenith der nördlichen Breite von 51° 3' zugekehrten Uhr, deren auf der Westseite des von J aus gerechnet mittäglichen Theils der Mittagslinie gemessener Declinationswinkel 33° 34' beträgt, Tab. I. pag. 45 zufolge Hyperbolen, denn die Uhrfläche ist, dem Obigen nach, dem Nordpole zugekehrt und der Winkel KL'B Fig. 18 a gleich 82° 52'.

Die Construction der Beleuchtungsscala ist ganz dieselbe, wie bei den vorhergehenden Uhren, man zieht nämlich durch den Punkt J Fig. 18 a zu den Zeichenradien des Analemmas parallele Linien J o, Jq, Jr u. s. w., untersucht hierauf, ganz so wie dieses pag. 28 gezeigt wurde, was für Zeittheillinien diese Linien sind, so erhält man dadurch die Auf- und Untergangszeiten und somit die Beleuchtungsscala wie Fig. 18 zeigt. Vergleicht man dieselbe mit der des Orts, oder was dasselbe ist, mit der der Horizontaluhr des Orts (für Fig. 18 also mit Fig. 9), so ersieht man, wieviel Stundenlinien auf der Uhr anzugeben sind, wie dieses schon bei den vorigen Uhren gezeigt wurde.

Nach vollendeter Auftragung der Uhr wird der Weiser, dessen Länge in Rücksicht der Schattengebung auf die Einfassung der Uhr sich hier, wie bei allen übrigen Uhren I. Klasse, sowie in Fig 9 und den andern Beispielen bestimmt, so im Punkte J befestigt, daß er mit der geneigten Mittagslinie den Winkel C J D bildet, seine Spitze P nach derselben Himmelsgegend gekehrt ist, als der Punkt P oder C des Schenkels C J von dem Winkel C J D, und sich derselbe in der Vertikalebene der Mittagslinie befindet und das Knöpfchen p, welches die Thierkreislinien beschreibt, in dem von J angenommenen Abstande J p Fig. 18 b an dem Weiser befestigt ist.

2) Ist die Uhrfläche nach irgend einer zwischen Süd und West gelegenen Himmelsgegend gekehrt, so bleibt die Construction, wie Fig. 22 zeigt, in der Hauptsache ganz dieselbe wie in 1) und es ändert sich nur Folgendes. Der Winkel H D J Fig. 22 = H D' J Fig. 22 a. welchen die geneigte Mittagslinie D G mit der Durchschnittslinie H H' macht, wird so aus dem Punkte D an die Morgenseite der geneigten Mittagslinie getragen, daß sein Scheitel für

die Fälle a und b, oder, wenn die Uhrfläche dem Nadir zugekehrt und der Inclinationswinkel, über dem Horizonte gemessen, größer als die Aequatorhöhe des Orts ist, nach Mitternacht, ist aber derselbe für letztere Lage der Uhrebene kleiner als die Aequatorhöhe, der Scheitel nach Mittag zu liegen kommt. Alles Uebrige bleibt ganz dasselbe wie in 1), wie sich aus Vergleichung von Fig. 22, wo die Uhrfläche nach einer zwischen Süd und West gelegenen Himmelsgegend gekehrt, die Breite nördlich und 51° 3', der Inclinationswinkel über dem Horizonte gemessen 77° und der Declinationswinkel 56° 15' angenommen ist, mit Fig. 18, in welchen die mit ein und denselben Buchstaben bezeichneten Punkte und Linien gleiche Bedeutung haben, zeigt.

3) Es sei die Uhrfläche irgend einer zwischen Nord und West gelegenen Himmelsgegend zugekehrt, so ist die Uhr folgendermaßen zu construiren.

Zuerst ziehe man auf der geneigten Ebene die Mittagslinie DG Fig. 23, messe den Inclinations- und Declinationswinkel; bestimme hierauf den Winkel PJD, welchen die geneigte Mittagslinie DG mit der Erdachse PJ bildet und der, wenn die Uhrflächen dem Zenith des Orts zugekehrt, gleich der Breite desselben + dem Inclinationswinkel ist; sind aber die Uhrflächen dem Nadir zugekehrt und ist a) der Inclinationswinkel größer als die Breite des Orts, gleich jenem weniger diesem, ist aber, für die Lage der Uhrebene b) der Inclinationswinkel kleiner als die Breite des Orts, gleich dieser weniger jenem ist. Diesen Winkel trage man aus dem willkührlichen Punkte J der geneigten Mittagslinie DG so an dieselbe, daß sein Scheitel für den Zenith zugekehrte Urflächen und den Fall a nach Mittag, für den Fall b aber nach Mitternacht gekehrt ist; ziehe durch einen willkührlichen Punkt C des Schenkels CJ dieses Winkels eine

zu C J rechtwinkelige Linie C D bis in die Mittagslinie D G, wodurch sich der Punkt D bestimmt. Hierauf suche man die Winkel J D H' und E D H', welche die Durchschnittslinie H H' der geneigten und äquinoctialen Ebene mit der geneigten und äquinoctialen Mittagslinie bildet und zwar ganz auf dieselbe Art wie für 1) pag. 73 gezeigt wurde, wie sich aus Vergleichung von Fig. 23 a mit Fig. 18 a ergibt, nur daß hier der Winkel E C R, gleich der Aequatorhöhe des Orts, für dem Zenith zugekehrte Uhrflächen mit J C R dem Inclinationswinkel, an ein und dieselbe Seite, für dem Nadir zugekehrte Uhrflächen aber auf die entgegengesetzte Seite von A' C zu liegen kommt.

Den also bestimmten Winkel J' D H trage man aus dem Punkte D Fig. 23 so an die Morgenseite der geneigten Mittagslinie, daß für die Fälle a und b, oder wenn die Uhrfläche dem Zenith zugekehrt und der Inclinationswinkel größer als die Aequatorhöhe ist, sein Scheitel nach Mittag, ist für letztere Lage der Uhrebene der Inclinationswinkel kleiner als die Aequatorhöhe, der Scheitel dieses Winkels nach Mitternacht zu liegen kommt. Die weitere Construction der Uhr folgt nun ganz dem in 1) für Fig. 18 Gesagten, wie sich aus der Vergleichung dieser Fig. mit Fig. 23 ergibt. Die XII Mittagsstunde kommt, wie bei allen Uhren, an den Mitternachtspunkt oder für dem Zenith zugekehrte Uhrflächen an den dem Nadir, für dem Nadir zugekehrte Uhrflächen aber an den dem Zenith zugelegenen Endpunkt der Mittagslinie, und die Morgenstunden kommen, wie sie von XII Mittagsstunde aus auf einander folgen, von dieser aus gerechnet, an die Stundenlinien auf der Abendseite, die Abendstunden an die Stundenlinien auf der Morgenseite.

Die Construction der Thierkreislinien ergibt sich aus Fig. 23 b und folgt buchstäblich der für Fig. 18 b

unter 1) gezeigten. Die Lage des Analemmas in Bezug auf die Lage seiner Thierzeichen gegen J hängt von den oben angegebenen 4 Fällen ab. Es kommt nämlich unter nördlichen Breiten für dem Zenith zugekehrte Uhrflächen und den Fall a die p ♋ Linie nach J Fig. 23 b, für den Fall b aber seine p ♑ Linie nach J zu liegen. Für südliche Breiten findet das Gegentheil statt.

Der Winkel, welchen die Uhr- und Aequatorebene bilden, bestimmt sich auf die Seite 73 angegebene erste, oder wie sich aus Fig. 23 a ergibt, zweite Art, welche ganz dieselbe ist wie die für Fig. 18 a in 1) gezeigte.

Aus der Beleuchtungsscala, deren Construction ganz mit dem in 1) für Fig. 18 b Gesagten übereinstimmt und daher dieses hier nur zu wiederholen ist, ergibt sich, wieviel Stunden auf der Uhr überhaupt angegeben werden können, und aus ihrer Vergleichung mit derjenigen des Orts, wieviel insbesondere für die bedingte Breite anzugeben sind, wie dieses bei den vorhergehenden Uhren gezeigt wurde.

Der Weiser wird im Punkte J so befestigt, daß er mit der geneigten Mittagslinie den Winkel P J D bildet, sich in deren Vertikalebene befindet und sein Scheitel P nach derselben Himmelsgegend gekehrt ist als der Punkt P des Schenkels P J von dem Winkel P J D.

4) Ist die Uhrfläche nach irgend einer zwischen Nord und Ost gelegenen Himmelsgegend gekehrt, so bleibt die Construction buchstäblich dieselbe wie in 3, wie sich aus Vergleichung von Fig. 20, 20 a und b mit Fig. 23, 23 a und b, in welchen die mit gleichen Buchstaben bezeichneten Punkte und Linien gleiche Bedeutung haben*) ergibt und es ist nur noch Fol-

*) Mit Ausnahme des Dreiecks J C H′ Fig. 20 a und

gendes dabei zu bemerken. Ist die Uhrfläche dem Nadir zugekehrt, so wird der Winkel J C H' = J D H' Fig. 20 a und 20 aus dem Punkte D so an die Abendseite der geneigten Mittagslinie getragen, daß sein Scheitel nach Mittag gekehrt ist, welche Lage er auch bekommt, wenn die Uhrfläche dem Zenith des Orts zugekehrt ist und die Aequatorhöhe desselben weniger als das Maß des Inclinationswinkels beträgt. Ist aber für dem Zenith zugekehrte Uhrflächen das Maß des Inclinationswinkels kleiner als die Aequatorhöhe, so muß der Scheitel dieses Winkels nach Mitternacht gekehrt sein.

Noch ist hier für 1, 2, 3 und 4 der Fall zu erwähnen, wo der Inclinationswinkel der für die Lage 1 und 2 dem Nadir zugekehrten Uhrflächen, für die Lage 3 und 4 aber dem Zenith zugekehrte Uhrflächen gleich der Aequatorhöhe des Orts ist, die geneigte und äquinoctiale Mittagslinie zusammenfallen. Die Construction ist hier sehr einfach und zwar folgende.

Man ziehe zur geneigten Mittagslinie A B Fig. A. Tab. IV. V. eine rechtwinkelige E G, setze den Inclinationsquadranten so auf diese, daß seine Kante A C dieselbe deckt und er rechtwinkelig auf der Uhrebene steht, halte sodann ein Loth so vor die geneigte Mittagslinie, daß es dem Auge dieselbe verdeckt, zähle hierauf die Grade und Minuten, welche die Linie E G und das Loth auf dem Quadranten abschneiden. Den Winkel D J C, welchen diese Anzahl Grade und Minuten zum Maße hat, trage man nun für dem Nadir zugekehrte und in Bezug auf die Himmelsgegenden wie 1) gelegene Uhrebenen aus J an den auf der Abendseite der Mittagslinie, für dem Nadir zugekehrte und wie in 2) gegen die Himmelsgegenden

---

H D J' Fig. 23 a, wo J, C, H' Fig. 20 a J', D, H Fig. 23 a und also Winkel J C H' den Winkel H D J' vorstellt.

gelegene Uhrflächen aber an den auf der Morgenseite der Mittagslinie befindlichen Theil der Linie J D. Ist die Uhrfläche dem Zenith zugekehrt und hat die Lage wie in 3), so wird dieser Winkel an den auf der Morgenseite, für 4) aber an den auf der Abendseite der geneigten Mittagslinie befindlichen Theil der Linie J D getragen. Zu dem Schenkel J C dieses Winkels ziehe man eine rechtwinkelige Linie D C bis in J D; trage aus dem dadurch bestimmten Punkte D auf D G, D C, indem man D E = D C macht; beschreibe aus dem dadurch erhaltenen Punkte E einen Kreis D 12, 6 12 D, theile ihn in 24 gleiche Theile, verbinde die Theilungspunkte 1, 2, 3 u. s. w. mit E durch gerade Linien und verlängere diese bis in die durch D zu D G rechtwinkelig gezogene Linie H H'; verbindet man die dadurch erhaltenen Punkte a, b, c, d u. s. w. mit J durch gerade Linien, so geben diese die Stundenlinien J XI J X u. s. w., welche, durch J verlängert, dieselben für die entgegengesetzten Zeiten geben. Wie die Stundenlinien, so lassen sich auch die übrigen Zeittheillinien bestimmen, wie dieses schon bei den übrigen Uhren gezeigt wurde. Die Linie D G ist VI Stundenlinie, wie sich von selbst ergibt, da A B die 12^h oder Mittagslinie ist. Die Stundenzahlen werden in derselben Ordnung an die Stundenlinien gesetzt, wie bei den übrigen Uhren.

Um die Thierkreislinien zu verzeichnen, ziehe man zwei unter sich rechtwinkelige Linien C J und C D Fig. B, mache J C gleich J C Fig. A; trage hierauf die Abstände a E, b E u. s. w. von C aus auf C D Fig. B, verbinde die dadurch erhaltenen Punkte a, b, c u. s. w. mit J durch gerade Linien; so geben diese die Lage der Stundenlinien gegen den Weiser J C. Der übrige Theil der Construction der Thierkreislinien folgt nun ganz dem, was in 1, 2, 3 und 4 bei gleichen Lagen der Uhrflächen gegen Ze-

nith und Nadir und die Himmelsgegenden gesagt wurde. Der Winkel, welchen die Uhr= mit der Aequatorebene bildet, ist durch den Winkel J D C bestimmt, welcher den gemessenen D J C zu 90° ergänzt. Die Construction der Beleuchtungsscala ist ganz dieselbe, wie in 1, 2, 3 und 4, wie Fig. B zeigt. Der Uhrweiser wird im Punkte J so befestigt, daß er sich in der Vertikalebene der Mittagslinie der Uhr befindet, rechtwinkelig zu derselben ist und mit J D den Winkel C J D bildet und also seine Spitze P für dem Nadir zugekehrte Uhrflächen ebenfalls dem Nadir, für dem Zenith zugekehrte Uhrflächen aber dem Zenith zugekehrt ist. Ob eine Uhrfläche dem Nord= oder Südpole zugekehrt ist, ergibt sich stets aus der Lage des Schenkels J P des Winkels P J D, welchen die geneigte Mittagslinie mit dem Uhrweiser oder der Erdachse bildet; ist nämlich die Spitze P dieses Schenkels für nördliche Breiten nach Mitternacht, also der Scheitel des Winkels P J D nach Mittag gekehrt, so ist die Uhrfläche dem Nordpole, ist die Spitze P aber nach Mittag oder der Scheitel des Winkels P J D nach Mitternacht gekehrt, so ist sie dem Südpole zugelegen. Für südliche Breiten findet das Gegentheil statt.

Welche Lage die Uhrfläche haben muß, damit der Weiser die eine oder andere dieser Richtungen bekomme, ergibt sich theils aus den bis hierher aufgestellten, theils aus den folgenden Fällen.

Die unter Fig. 18 a 20 a u. s. w. a gezeigte Construction, sowie ihre Richtigkeit beruht auf Fig. 24. Betrachtet man nämlich H Z N H als die Mittagsebene eines Orts Z oder N, H O Z W H als dessen Horizontal=, A' O Q W A' als die Aequatorebene und daher die zur letzteren rechtwinkelige P S als die Erdachse, sowie H G H' E' H als die Uhrebene; so wird H Z die horizontale, A' Q die äquinoctiale, G E' die

geneigte Mittagslinie, sowie A M die Durchschnitts-linie der Uhr- und Horizontalebene, oder eine auf der Uhrfläche gezogene Horizontale, und H H' die Durchschnittslinie der Uhr- und Aequatorebene sein und es ist daher ℌ C G oder Z C E' der Inclinationswinkel*), A C ℌ oder M C Z der Declinationswinkel und H C A' oder Q C Z der Winkel, welchen die Aequatorhöhe des Orts 3 oder N mißt. Denkt man sich nun aus einem willkührlichen Punkte R der horizontalen Mittagslinie eine zu derselben rechtwinkelige J E, bis in die geneigte und äquinoctiale Mittagslinie G C und A' C, so wie auf der Horizontalebene durch R eine zur horizontalen Mittagslinie ℌ C rechtwinkelige A R bis in die geneigte Ebene, oder, was dasselbe ist, deren Durchschnittslinie A C, mit der Horizontalebene gezogen, ferner durch den Punkt E, in welchem die rechtwinkelige J E. A' C durchschneidet, auf der Aequatorebene eine zu ihrer Mittagslinie A' C rechtwinkelige E H gelegt und bis in die durch die Punkte J und A auf der geneigten Ebene gezogene H J verlängert, so wird, wenn man den dadurch bestimmten Punkt H mit C verbindet, H C die Lage der Durchschnittslinie H H' der Aequator- und der Uhrebene sowohl gegen die geneigte G C, als auch gegen die äquinoctiale Mittagslinie A' C angeben; denn C und H liegen sowohl in der Aequator- als auch in der geneigten Ebene, und es ist sodann in dem rechtwinkeligen Dreiecke H E C, H E und E C, folglich auch H C und der Winkel H C E, welchen die Durchschnittslinie H H' mit A' C macht, bekannt; ferner ist vermöge J E und

*) Da der Inclinationsquadrant nur den Winkel bis 90° angibt, so kann man mit demselben für dem Zenith zugekehrte Uhrflächen stets nur den Inclinationswinkel Z C E' unter dem Horizonte, für dem Nadir zugekehrte Uhrflächen aber nur den Inclinationswinkel ℌ C G über dem Horizonte messen, weil diese stets kleiner als 90° sind.

A R, J C und J H bestimmt und es sind daher in dem Dreieck J H C die 3 Seiten, also auch der Winkel J C H, welchen die geneigte Mittagslinie J C mit der Durchschnittslinie H C oder H H' bildet, bekannt.

Vergleicht man Fig. 18 a und 22 a mit Fig. 24, in welchen die Uhrebenen gegen die Horizontal- und Aequatorebene ähnliche Lagen haben, so wird man finden, daß in denselben ganz das nämliche Verfahren wiederholt ist, wie in Fig. 24, denn J C R Fig. 18 a und 22 a ist der Inclinationswinkel J C R Fig. 24. E C R die Aequatorhöhe E C R. A C R der Declinationswinkel A C R; J E ist der Perpendikel auf R C, wie J E auf R C; ferner ist A R aus dem Punkte R rechtwinkelig zu R C gezogen, wie A R zu R C, und H E durch E rechtwinkelig zu J E gelegt worden, wie es H E zu J E ist; A' R = A R ist wie A R Fig. 24 bestimmt, A' mit J durch eine gerade Linie verbunden und dadurch H E, wie in Fig. 24, gefunden worden. Aus E C und E H ist das rechtwinkelige Dreieck H D E, wie H C E Fig. 24 verzeichnet, und durch dieses der Winkel H D E = H C E 24 bestimmt worden, welchen die Durchschnittslinie H H' mit der äquinoctialen Mittagslinie A' C bildet. Da nun ferner in dem Dreieck J D' H, J D' = J C wie J C Fig. 24, H D' = H D wie H C 24 und H J wie H J gemacht worden ist, so muß auch der Winkel J D' H übereinstimmend mit J C H 24 und daher derjenige sein, welchen die geneigte Mittagslinie mit der Durchschnittslinie H H' macht.

Der geringe Unterschied, welcher in den Fig. 20 a und 23 a in Vergleich mit 18 a und 22 a stattfindet, beruht, wie schon gesagt, auf der veränderten Lage der Aequatorebene gegen die geneigte und horizontale Ebene, wodurch aber in der Construction selbst nichts verändert wird, wie jene Fig. zeigen und sich ergeben

würde, wenn man die Lage der Uhr-, Horizontal- und Aequatorebene gehörig gegen einander aufträge, wie dieses Fig. 24 gezeigt wurde. Fällt man aus irgend einem Punkte K der geneigten Mittagslinie G C Fig. 24 einen Perpendikel K B auf die äquinoctiale Mittagslinie A' C, zieht aus dem Einfallspunkte B eine zu H C rechtwinkelige B L und verbindet den dadurch bestimmten Punkt L mit K, so ist K L B der Winkel, welchen die Uhr- und Aequatorebene bilden; denn es ist dann K L und L B rechtwinkelig zu H H'. Hierauf beruht die Construction des Winkels, welchen die Uhr- und Aequatorebene, wie sie in den Fig. mit a gezeigt wurde; denn es ist daselbst K B übereinstimmend mit K B Fig. 24, C B = D B' mit C B, B' L = B L' mit B L, L' K mit L K, und daher auch der Winkel K L' B übereinstimmend mit dem Winkel K L B Fig. 24. Wie die Constructionen unter a, so ergibt sich aus Fig. 24 auch noch, wie und an welche Seite der geneigten Mittagslinie der Winkel J D H' für die eine oder andere Lage der Uhrebene zu tragen ist, und wie der Weiser gegen die Uhr liegen muß, wie dieß bei den bis hierher aufgestellten Beispielen und Fällen gesagt wurde und für die folgenden ferner gezeigt werden wird; was für jeden einzelnen Fall nochmals zu erörtern zu weitläufig sein würde und sich übrigens sehr leicht aus eignen Betrachtungen ergibt, wenn man die hierüber gegebenen und noch zu gebenden Bestimmungen bei den aufgestellten und noch aufzustellenden Fällen zum Vergleich nimmt.

4. Die Vertikaluhren.

Vertikaluhren sind im Allgemeinen die Verzeichnungen derjenigen Schattenlinien, welche ein auf einer

vertikalen Ebene zur Erdachse parallel befestigter Stift nach Verlauf gewisser Zeittheile durch die Sonnenbeleuchtung auf diese wirft.

Die Construction der Vertikaluhren ist durch die geographische Breite des Orts und durch die Lage der vertikalen Ebene gegen die Himmelsgegenden bedingt; ist daher erstere bekannt, so hat man nur noch die letztere zu bestimmen und diese ergibt sich aus dem pag. 51 für die geneigten Uhren Gesagten. Denkt man sich nämlich auf der vertikalen Ebene eine horizontale Linie gezogen, mißt den Winkel, den selbige mit der horizontalen Mittagslinie bildet (Declinationswinkel) wie dieß pag. 53 gezeigt wurde und bemerkt, welchen von den in der Boussole angegebenen Cardinalpunkten *) die Ebene zugekehrt ist; so ergibt sich dadurch ihre Lage gegen die Mittagsebene und also auch gegen die Himmelsgegenden ganz auf dieselbe Art wie pag. 53. In Rücksicht auf diese Lage theilt man die Vertikaluhren nach pag. 5 in a) **Vertikaluhren** oder solche, deren Ebenen entweder rechtwinkelig oder parallel zur Meridianebene liegen und b) in **abweichende (declinirende) Vertikaluhren** oder solche, deren Ebenen mit der Meridianebene Winkel bilden, die zwischen 0° und 90°, 90° und 180° fallen, also von ihr abweichen, und nennt jede Uhr nach der ihr gegenüber oder zunächst liegenden Himmelsgegend, weil diese zum Theil ihre Construction bedingt und die Uhren von einander unterscheidet. Man theilt daher:

a) **die Vertikaluhren**

in 1) Mittagsuhren, deren Ebenen vollkommen nach Mittag,
" 2) Abenduhren, deren Ebenen vollkommen nach Abend,

---

*) S. Anhang unter 1).

in 3) Mitternachtsuhren, deren Ebenen vollkommen nach Mitternacht,

4) Morgenuhren, deren Ebenen vollkommen nach Morgen

gekehrt sind und die sich folgendermaßen construiren lassen und zwar:

1. die Mittagsuhr.

Man ziehe auf der vollkommen vertikalen zur Mittagsebene rechtwinkeligen Uhrebene eine lothrechte Linie G E Tab. V. Fig. 25, trage aus einem willkührlichen Punkte J derselben den Winkel C J E = der Aequatorhöhe des Orts so an sie, daß sein Scheitel dem Zenith des Orts zugekehrt ist; ziehe hierauf aus einem willkührlichen Punkte C des Schenkels P J dieses Winkels eine zu P J rechtwinkelige C D bis in G E, wodurch sich D bestimmt; durch dieses lege man eine zu G E rechtwinklige D H, trage C D von D aus auf G E, wodurch sich E ergibt; aus diesem Punkte beschreibe man mit dem Radius D E = C D an G E einen Viertelkreis D 6 E, theile ihn in 6 gleiche Theile, ziehe durch die Theilungspunkte 1, 2, 3, 4, 5, 6 und das Centrum E gerade Linien und bemerke deren Durchschnittspunkte a, b, c, d, e mit H D; verbindet man diese mit J durch gerade Linien Ja, Jb u. s. w. und verlängert diese rückwärts, so erhält man die Stundenlinien der Mittagsuhr. Man sieht hieraus, daß die Construction derselben bis auf den Winkel C J D mit der der Horizontaluhr übereinkommt, was sich von selbst versteht, da die vertikalen Mittagsuhren nichts anders sind, als Horizontaluhren der andern Erdhalbkugel für die geographische Breite, welche dem Maße des Winkels P J E gleich ist. Es folgt daher auch der übrige Theil der Construction ganz derjenigen der Horizontaluhren der

andern Erdhalbkugel. Die 12te Mittagsstunde kommt an den Endpunkt der Mittagslinie zu stehen, welcher dem Nadir zugekehrt ist, für die übrigen Stunden gilt das bisher Gesagte. Die Verzeichnung der Thierkreislinien ist ganz dieselbe wie bei den Horizontaluhren der andern Erdhalbkugel, wie sich aus der Vergleichung von Fig. 25 a und Fig. 10 und dem pag. 26 Gesagten ergibt.

Der Winkel, welchen die Uhrbene der vertikalen Mittagsuhr mit der Aequatorebene bildet, ist stets gleich dem Winkel J D C Fig. 25, welchen die vertikale und äquinoctiale Mittagslinie bestimmen, und daher gleich der geographischen Breite des Orts. Ist nun die Uhr für eine nördliche Breite entworfen, so wird dieselbe dem Südpole, im entgegengesetzten Falle dem Nordpole zugekehrt sein, wodurch sich die Form der Thierkreislinien nach Tab. I. oder II. pag. 46 und 47 ergibt; so sind sie z. B. für Fig. 25, wo die Breite 51° 8′ Nord angenommen ist, nach Tab. I. Hyperbolen.

Die Construction der Beleuchtungsscala folgt genau derjenigen, wie sie für Fig. 9 gezeigt wurde, wie sich aus der Vergleichung von Fig. 25 a und Fig. 10 ergibt, und die Anzahl der auf der Mittagsuhr anzugebenden Stundenlinien bestimmt sich aus der Vergleichung ihrer Scala mit derjenigen der Horizontaluhr für gleiche Breite, hier also aus derjenigen von Fig. 25 und Fig. 9 auf dieselbe Art, wie dieß pag. 57 u. s. w. gezeigt wurde.

Nach vollendeter Verzeichnung der Uhr wird der Weiser, dessen Länge in Rücksicht der auf der Einfassung der Uhr angegebenen ½ u. s. w. Stundentheile sich ganz auf die schon angeführte Weise bestimmt, so im Punkte J befestigt, daß seine Spitze P dem Nadir zugekehrt ist und derselbe mit der vertikalen Mittagslinie J E den Winkel C J E = der Aequatorhöhe des Orts, hier also 38° 56′ bildet und sich in der Mittags-

ebene befindet, denn dann liegt er ♯ zur Erdachse und der von J um J p abstehende, auf demselben bemerkbar gemachte Punkt p wird die verzeichneten Thierkreislinien beschreiben. Aus der Lage des Weisers sieht man sogleich, daß, wenn die Sonne für den Ort im Jahre am höchsten steht (das ist: wenn sie sich für nördliche Breiten im ♋, für südliche aber im ♑ befindet), der Weiser auf der vertikalen Ebene die längsten, im entgegengesetzten Falle aber die kürzesten Schatten werfen muß; und dadurch wird die Lage des Analemmas in Fig. 25 a für alle Fälle bedingt.

2. und 4. Die Abend- und Morgenuhren.

Um die vertikale Abend- und Morgenuhr, deren Construction ein und dieselbe ist, zu verzeichnen, ziehe man auf der vertikalen dem West- oder Ostpunkte vollkommen zugekehrten Ebene eine horizontale Linie A B Fig. 27 Tab. VI., trage aus einem willkührlichen Punkte B derselben den Winkel A B F = der Aequatorhöhe des Orts so auf diese, daß sein Scheitel B nach Mitternacht gekehrt ist; ziehe sodann aus einem willkührlichen Punkte D des Schenkels F B dieses Winkels eine rechtwinkelige D G, ferner durch einen willkührlichen Punkt E derselben eine zu F B parallele Linie 12 E 12 und beschreibe aus demselben mit dem Radius D E an diese einen Halbkreis 12 D 12, zerlege ihn in 12 gleiche Theile 1. 2. 3. 4. u. s. w., lege durch die Theilungspunkte und E gerade Linien und bemerke deren Durchschnittspunkte mit F B, nämlich: a, b, c, d u. s. w.; zieht man nun durch diese zu G D parallele oder F B rechtwinkelige Linien I. I. II. II. u. s. w., so sind dieses die Stundenlinien der Abend- oder Morgenuhr. Theilt man die Stundenbogen 12, 23 u. s. w. noch weiter ein, so bestimmen sich daraus die $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ u. s. w. Stundentheillinien ganz so wie die Stundenli-

nien selbst, und lassen sich zur Vermeidung zu vieler Linien auf der Einfassung der Uhr angeben, wie Fig. 27 zeigt.

An die Stundenlinien kommen die Stundenzahlen in folgender Ordnung: G E ist, die Uhr sei eine Abend- oder Morgenuhr, stets die VI, f für die Morgenuhr Fig. 27 die VII, g die VIII u. s. w., e oben die V, d die IV u. s. w. Stundenlinie; für die Abenduhr findet das Gegentheil statt.

Um die Thierkreislinien zu verzeichnen, ziehe man eine gerade Linie p D Fig. 27 a von willkührlicher Länge, trage auf sie von p aus die Abstände E D Fig. 27 = p D Fig. 27 a, ferner E f = E c = p f, E g = E d = p g = p d u. s. w.; ziehe durch die also bestimmten Punkte f, g, h, i, k Fig. 27 a zu p D rechtwinkelige Linien 6 D 6, 7 f 5 u. s. w., so geben diese die Lage der Stundenlinien gegen den um C D = E D rechtwinkelig über der VI Stundenlinie von der Uhrtafel abstehenden Punkt p. Hierauf verzeichne man aus p das Analemma so, daß p sein Scheitel ist, p D aber mit seiner ♈ ♎ Linie zusammenfällt, bemerke die Durchschnittspunkte a' a'' · · · b' b'' · · · c' c'' · · · u. s. w. der Zeichenradien des Analemmas mit den auf p D rechtwinkeligen oder Stundenlinien 6 D 6 u. s. w.; zieht man nun in einem willkührlichen Abstande von D Fig. 27 (am besten in gleicher Entfernung von den Einfassungen der Uhr) eine zu B F parallele, also zu den Stundenlinien rechtwinkelige Linie, als die ♈ ♎ Linie (welche bei allen Uhren eine gerade Linie ist), und trägt von dieser aus die Abstände der Punkte a' a'' ·, ·, ·, b' b'' ·, ·, ·, c' c'' ·, ·, · u. s. w. von d♈p also die Theile d' a' ·, ·, ·, d' b' · · · u. s. w. auf die zugehörigen Stundenlinien von Fig. 27, so erhält man dadurch die Punkte a' a'' ·, ·, · b' b'' ·, ·, · u. s. w., welche,

wenn man die durch ein und denselben Analemma-radius bestimmten durch krumme Linien mit einander verbindet, die Thierkreislinien geben, wie Fig. 27 zeigt. An diese kommen nun die Thierzeichen in folgender Ordnung; die von der ♈ ♎ Linie aus dem Zenith zugelegenen sind für nördliche Breiten die Thierkreislinien der südlichen Zeichen, die dem Nadir zugelegenen die der nördlichen Thierzeichen, und es ist daher die dem Zenith zunächst gelegene die des ♑ u. s. f., die dem Nadir am nächsten gelegene die des ♋ u. s. f., wie man aus Fig. 27 ersieht. Für südliche Breiten findet das Gegentheil statt.

Der Winkel, welchen die Uhr mit der Aequatorebene bildet, ist, da erstere in der Meridianebene liegt und diese mit der Aequatorebene stets einen Winkel von 90° bildet, 90° und es sind also alle Thierkreislinien bis auf ♈ ♎, Tab. I. und II. pag. 46 und 47 zufolge Hyperbolen.

Eine Beleuchtungsscala ist für die Abend- und Morgenuhren nicht zu construiren, denn da ihre Ebenen in der Meridianebene liegen, die Sonne aber für alle Punkte des Thierkreises stets um 12^h Nachts und um 12^h Mittags in dieselbe tritt, so beginnt die Beleuchtung der Abenduhr, ohne Rücksicht auf die Beleuchtung des Orts in Bezug auf seine Breite, um 12^h Mittags und endigt 12^h Nachts; bei der Morgenuhr findet das Gegentheil statt. Für Breiten also, wo die Sonne während des einen Theils des Jahres nicht untergeht, würden sowohl auf der Abend- als Morgenuhr die Stundenlinien von XII^h zu XII^h anzugeben sein, in geringern Breiten hingegen würden sie für die Abenduhr von XII^h Mittags bis zur Untergangsstunde am längsten Tage des Orts und für die Morgenuhr von der Aufgangsstunde der Sonne an selbigem bis Mittag XII^h anzugeben sein. Die XII^h selbst ist in Fig. 27 nicht angegeben und kann es

darum nicht sein, weil die Sonne in selbiger sich in der Uhrebene befindet, ihre Strahlen zu derselben parallel gehen, also keine begrenzten Schatten mehr auf dieselbe werfen können; die ½, ¼ u. s. w. Stundentheile der XII^{h} lassen sich aber, wenn es nicht wie in Fig. 27 der Raum unmöglich macht, wie die übrigen bestimmen.

Nach vollendeter Verzeichnung der Uhr befestige man auf der Linie DG rechtwinkelig zur Uhrebene (am zweckmäßigsten in den Punkten, wo die VI^{h} Linie die äußern Einfassungen der Uhr durchschneidet), 2 Stifte CD und PG und in diesen, im Abstande CD = DE = PG einen Quer-, also zu GD parallelen Stift PC, so liegt dieser parallel zur Erdachse und ist, da er in Bezug auf die Stundenlinien mit der auf der Uhrebene orientirt gedachten Aequinoctialuhr gleiche Lage hat, der Weiser der Uhr, und p ein über der ♈ ♎ Linie rechtwinkelig gelegener an ihm bemerkter Punkt derjenige, welcher die verzeichneten Thierkreislinien beschreibt. Hat man die Stundeneintheilung auf beiden Einfassungen der Uhr angegeben, so braucht der Weiser nicht länger zu werden, als die Breite GD der Uhr beträgt, denn befindet sich die Sonne im ♑, so zeigt er für nördliche Breiten die Zeit auf der nördlichen Einfassung, für ihren Stand im ♋ aber auf der südlichen.

Der Beweis der hier gegebenen Construction und des darüber Gesagten geht aus der Orientirung der Aequinoctialuhr auf der vertikalen Morgen- und Abenduhrebene hervor und zwar in der Hauptsache ganz auf dieselbe Art, wie dieß pag. 31 für die Horizontaluhr gezeigt wurde und läßt sich daher nach diesem sehr leicht durch eigene Betrachtungen entwickeln.

5. Die Mitternachtsuhr.

Die Mitternachtsuhr stimmt in ihrer Construction ganz mit der Mittagsuhr überein und unterscheidet sich nur in Folgendem. Man ziehe auf der vertikalen vollkommen nach Mitternacht gekehrten Ebene eine lothrechte G E Fig. 29 als die Mitternachtslinie, trage aus einem willkührlichen Punkte J derselben an sie den Winkel C J E, welchen die Erdachse mit der vertikalen Mitternachtslinie bildet, der stets = der Aequatorhöhe des Orts ist (wie sich aus Fig. 1 Tab. I. sehr leicht ergibt), so daß sein Scheitel dem Nadir zugekehrt ist; ziehe hierauf durch einen willkührlichen Punkt C des Schenkels C J dieses Winkels eine zu C J rechtwinkelige C D bis in G E, wodurch sich D bestimmt; durch dieses lege man eine zu G E rechtwinkelige D H, trage D C von D aus auf G E, wodurch sich E bestimmt, aus dem sodann der Viertelkreis D E F beschrieben wird, durch welchen sich die Stunden- und Stundentheillinien auf die schon gezeigte Art ergeben, wie Fig. 29 zeigt. Die Stundenzahlen kommen in derselben Ordnung an die Stundenlinien, wie bei allen vorhergehenden Uhren; J E ist die XII oder Mitternachtsstundenlinie, auf deren Westseite die Morgen- und auf deren Ostseite die Abendstunden liegen.

Die Construction der Thierkreislinien ergibt sich aus Fig. 29 a auf die bisher gezeigte Art und es ist nur zu bemerken, daß insofern J C der Uhrweiser, C D die Ebene der Aequinoctialuhr bezeichnet, das Analemma aus dem willkührlichen Punkte p des erstern so verzeichnet werden muß, daß, ist die Uhr für eine nördliche Breite bestimmt, die p ♋ Linie nach J, gehört sie einer südlichen Breite an, die p ♑ Linie nach J zu liegt, wodurch sich sodann die Ordnung der Thierkreislinien auf der Uhr von selbst ergibt, wie Fig. 29 zeigt.

Der Winkel, welchen die Uhrebene mit der Aequatorebene macht, ist der Polhöhe oder Breite des Orts gleich (pag 48) und aus diesem ergibt sich sodann nach Tab. I. oder II. die Gestalt der Thierkreislinien; für Fig. 29, wo die Breite 51° 3′ Nord angenommen ist, würden sie also nach Tab. I. Hyperbolen sein.

Die Beleuchtungsscala findet sich auf die bei Fig. 25 u. s. w. angegebene Art aus Fig. 29 a, und aus der Vergleichung derselben mit derjenigen der Horizontaluhr für gleiche Breite ergibt sich sodann die Anzahl der auf der Uhr zu verzeichnenden Stundenlinien, wie Fig. 29 zeigt.

Der Weiser der Uhr ist so im Punkte J zu befestigen, daß er in der Vertikalebene der Mittagslinie liegt und mit derselben mit seiner Spitze P dem Zenith zugekehrt den Winkel P J E = der Aequatorhöhe des Orts bildet. Im Abstande J p von J wird sodann auf demselben der die Thierkreislinien beschreibende Punkt p bemerkt.

b. Die abweichenden (declinirenden) Vertikaluhren.

Wie die Vertikaluhren selbst, so kann man auch die abweichenden Vertikaluhren nach ihren Lagen gegen die Himmelsgegenden noch besonders eintheilen, indem man diejenigen, deren Ebenen nach einer zwischen S. und S. O. und S. und S. W. gelegenen Himmelsgegend gekehrt sind, abweichende Mittagsuhren, diejenigen aber, deren Ebenen nach einer zwischen O. und S. O. oder O. und N. O. und nach einer zwischen W. und S. W. oder W. und N. W. gelegenen Himmelsgegend gekehrt sind, erstere abweichende Morgen-, letztere abweichende Abenduhren u. s. f. nennt; da aber ihre Construction,

wenn die Uhrebenen nach irgend einer zwischen ein und denselben zwei Cardinalpunkten gelegenen Himmelsgegend gekehrt sind, dieselbe ist, und also jene Benennungen nicht unmittelbar die Construction bedingen, wie bei den vorhergehenden Uhren, so wollen wir diese Gattung allgemein als abweichende Vertikal- oder zwischen den Vertikaluhren liegende betrachten (wie dies auch in der Reihenfolge der Fig. angenommen ist), und deren Construction nach der Lage ihrer Ebenen gegen je zwei Cardinalpunkte durchgehen.

1) Es sei die Fläche der vertikalen Uhrebene nach einer zwischen S. und O. gelegenen Himmelsgegend gekehrt, so läßt sich die Uhr folgendermaßen construiren:

Zuerst ziehe man auf der geneigten Ebene eine lothrechte G D Fig. 26 als die Mittagslinie (eine jede vertikale Ebene wird von der Mittagsebene lothrecht durchschnitten); an diese trage man aus dem willkührlichen Punkte J derselben den Winkel C J D, welchen der Weiser der Uhr mit G D bildet und der dem schon Gesagten zufolge, stets gleich der Aequatorhöhe des Orts ist, so an G D, daß sein Scheitel dem Zenith des Orts, also G zugekehrt ist; durch einen willkührlichen Punkt C des Schenkels C J dieses Winkels ziehe man eine zu C J rechtwinkelige C D bis in G D und bemerke deren Durchschnittspunkt D. Um nun den Winkel zu bestimmen, welchen die Durchschnittslinie der abweichenden Vertikal- und Aequinoctialebene sowohl mit der vertikalen, als auch mit der äquinoctialen Mittagslinie bildet, ziehe man eine gerade Linie R C Fig. 26 a, trage an diese den Winkel R C A (hier 33° 45′ angenommen), welchen die horizontale Mittagslinie mit der auf der vertikalen Ebene gezogen gedachten horizontalen bildet, ferner den Winkel E C R (hier 38° 57′) = der Aequa-

torhöhe des Orts; lege durch R C eine rechtwinkelige A E bis in die Schenkel dieser beiden Winkel, wodurch sich sodann die Punkte E und A bestimmen. Verzeichnet man nun durch A zu A C ebenfalls eine rechtwinkelige A E′ von der Länge R E, verbindet den dadurch bestimmten Punkt E′ mit C durch eine gerade Linie E′ C, so ist der < A E′ C, welchen diese mit A E′ macht, derjenige, den die Mittagslinie der abweichenden Vertikalebene mit der Durchschnittslinie H H′ dieser und der Aequinoctialebene bildet. Zieht man ferner durch E zu E C eine rechtwinkelige von der Länge E A′ = A R, verbindet den dadurch bestimmten Punkt A′ mit C durch A′ C, so ist der Winkel A′ C E, welchen diese mit E C bildet, derjenige, welchen die Durchschnittslinie der abweichenden Vertikal- und Aequinoctialebene mit der äquinoctialen Mittagslinie bildet.

Trägt man erstern Winkel aus D Fig. 26 so an die Westseite der lothrechten Mittagslinie, daß sein Scheitel dem Nadir zugekehrt ist, indem man H D J Fig. 26 = A E′ C Fig. 26 a macht, so gibt dessen Schenkel H D die Durchschnittslinie H H′ der Uhr- und Aequinoctialebene; trägt man ferner aus D an H D den Winkel A′ C E Fig. 26 a = E D H Fig. 26, so bestimmt der Schenkel E D desselben die Lage der äquinoctialen Mittagslinie gegen die Durchschnittslinie H H′. Macht man nun E D = C D und beschreibt aus dem dadurch bestimmten Punkte E mit dem Radius E D einen Kreis D 6. 12, 6 D, theilt diesen von D aus in 24 gleiche Theile, legt durch die Theilungspunkte 1, 2, 3, 4 u. s. w. aus dem Mittelpunkt gerade Linien, bemerkt deren Durchschnittspunkte mit H H′, nämlich a, b, c u. s. w., verbindet dieselben mit J durch gerade Linien und verlängert selbige rückwärts durch J, so geben sie die Stundenlinien J I, J II, J III u. s. w. Sollte irgend eine

der Eintheilungslinien des Kreises # zu H H' liegen, also keinen Durchschnittspunkt mit dieser geben, so erhält man deren Lage auf der Uhr, wenn man durch J eine zu H H' # Linie zieht. An die so verzeichneten Stundenlinien werden die Stunden dergestalt gesetzt, daß an den Nadir der Mittagslinie XII an die auf der Westseite derselben gelegenen, die Morgenstunden an die auf der Ostseite über die Abendstunden, wie sie von XII auf einander folgen, zu stehen kommen.

Die Construction der Thierkreislinien ergibt sich aus Fig. 26 b und es ist dabei dasselbe zu berücksichtigen, wie bei der Mittagsuhr.

Der Winkel, welchen die Uhr= mit der Aequatorebene bildet, ergibt sich aus Fig. 26 a folgendermaßen: Man ziehe aus einem willkürlichen Punkte B der Seite E C, welche mit R C den Winkel = der Aequatorhöhe des Orts bildet, auf A' C, welche mit E C den Winkel E C A' = E D H Fig. 26 bildet, eine rechtwinkelige B L, trage aus C an E C den Winkel J C E = der Breite des Orts, oder ziehe, was dasselbe ist, zu R C durch C eine rechtwinkelige J C (Aequatorhöhe < R E C und Breite < J C E ergänzen einander zu 90°); ferner aus B eine zu B C rechtwinkelige B K und bemerke deren Durchschnittspunkt K mit J C; trägt man nun B L von B aus auf E C, verbindet den dadurch erhaltenen Punkt L' und K durch eine gerade Linie L' K, so ist B L' K der Winkel, welchen die Uhr= mit der Aequatorebene macht, und durch diesen läßt sich sodann nach Tab. I. oder II. pag. 46 u. 47 bestimmen, was für Linien die Thierkreislinien sind; so werden sie z. B. für Fig. 26, wo dieser Winkel 69° 34' beträgt, nach Tab. II. Hyperbolen sein.

Die Beleuchtungsscala bestimmt sich ganz auf die schon bei allen Uhren, deren Ebenen nicht paral=

lel zum Weiser liegen, gezeigte Art, und aus ihrer Vergleichung mit derjenigen der Horizontaluhr des Orts ergibt sich die Zahl der anzugebenden Stundenlinien. Der Weiser, dessen Länge in Bezug auf die Schattengebung in die Uhreinfassung sich wie bisher bestimmt, wird so im Punkte J befestigt, daß er mit der lothrechten Mittagslinie den Winkel P J C = der Aequatorhöhe des Orts (für Fig. 26 38° 57′) bildet, in der Mittagsebene der Uhr liegt und seine Spitze P dem Nadir zugekehrt ist. Um dem Weiser diese Lage zu geben, bedient man sich am besten folgenden Mittels. Man verzeichne sich den Winkel R C E Fig. 26 a = R J E′ Fig. 26 (in letzterer Figur ist er wegen der Ansicht perspectivisch gezeichnet), welchen der Weiser (E C 26 a P J 26) mit der lothrechten Mittagslinie (RC. RJ) bildet, ziehe durch einen willkührlichen Punkt R Fig. 26 a eine zu ihr rechtwinkelige R E bis in E C, wodurch sich E ergibt, trage aus R an E R den Winkel E R F = R C A (Declinationswinkel der Uhr); fälle sodann aus E auf den Schenkel R F dieses Winkels einen Perpendikel EF. Macht man nun JR Fig. 26 = RC Fig. 26 a, zieht auf der Westseite der lothrechten Mittagslinie durch R eine zu dieser rechtwinkelige, also auf der Uhrebene horizontale Linie, trägt auf selbige von R aus den Abstand R F Fig. 26 = R F Fig. 26 a, befestigt in dem dadurch bestimmten Punkte F rechtwinkelig zur Uhrebene einen Stift so, daß seine Spitze E um F E Fig. 26 a von der Wand absteht, so sind E und J Fig. 26 die Punkte, in welchen der Weiser P J befestigt werden muß, um zur Erdachse parallel und in der Mittagsebene der Uhr zu liegen. Auf diesem wird sodann der die Thierkreislinien beschreibende Punkt p, dessen Abstand von J sich aus Fig. 26 b ergibt, bemerkt. Die unter Fig. 26 und 26 b gegebenen Constructionen beruhen auf dem

pag. 30—35 für die Horizontaluhr Gesagten, da sie wie diese aus der Orientirung der Aequinoctialuhr auf der Uhrebene hergeleitet sind, diejenige von Fig. 26 a aber ist auf dieselbe Art wie Fig. 19 a, 20 a u. s. w. in Fig. 24 begründet und geht aus dem für diese Gesagten hervor.

Die Construction der Uhren auf Vertikalebenen, deren Flächen nach einer zwischen Süd und West gelegenen Himmelsgegend gekehrt sind, ist bis auf Folgendes ganz dieselbe, wie für diejenigen zwischen Süd und Ost. Anstatt daß nämlich der Winkel H D J, welchen die Durchschnittslinie H H' der Aequinoctial- und Uhrebene mit der lothrechten Mittagslinie bilden, und der sich ganz auf die Art wie in Fig. 26 a ergibt, mit seinem Scheitel dem Nadir zugekehrt, für Ebenen nach zwischen S. und O. gelegenen Himmelsgegenden, an die Westseite der lothrechten Mittagslinie getragen wird, kommt er hier an deren Ostseite zu liegen; an dessen also auf der Ostseite befindlichen Schenkel H D wird sodann aus D der Winkel E D H getragen und hierauf die Construction wie in Fig. 26 wiederholt. Der Weiser wird ganz wie in 26 angebracht, nur daß der Stift E F anstatt auf der West-, hier auf der Ostseite auf dieselbe Art wie in 26 zu befestigen ist, wodurch sich sodann die Lage des Weisers gegen die Uhr von selbst ergibt.

2) Es sei die Fläche der vertikalen Uhrebene nach einer zwischen N. und O. gelegenen Himmelsgegend gekehrt, so läßt sich die Uhr folgendermaßen verzeichnen: Zuerst ziehe man auf der gegebenen Ebene eine lothrechte G D Fig. 28 als deren Mitternachtslinie, trage aus einem willkürlichen Punkte J derselben den Winkel C J D, welchen der Weiser der Uhr mit G D bildet und der der Aequatorhöhe des Orts (in Fig. 28 38° 57' angenommen) gleich ist (pag. 95), so an

G D, daß sein Scheitel dem Nadir des Orts zugekehrt ist, lege hierauf durch einen willkührlichen Punkt C des Schenkels C D dieses Winkels eine zu C J rechtwinkelige bis in die Mitternachtslinie, wodurch sich der Punkt D bestimmt. Nun suche man sowohl den Winkel A E′ C, welchen die Durchschnittslinie der Uhr- und Aequinoctialebene mit der lothrechten als auch den Winkel E C A′, welchen sie mit der äquinoctialen Mittagslinie bildet, welche sich aus Fig. 28 a ganz auf dieselbe Weise, wie die für Fig. 26 aus 26 a bestimmen, wie sich aus der Vergleichung von Fig. 28 a mit 26 a, in welchen die mit gleichen Buchstaben bezeichneten Linien und Winkel gleiche Bedeutung haben, ergibt. Trägt man nun den Winkel A E′ C so aus dem Punkte D der Mittagslinie G D Fig. 28 auf deren Westseite (indem man H D G = A E′ C Fig. 28 a macht), daß sein Scheitel dem Zenith zugekehrt ist und verlängert den Schenkel D H dieses Winkels, so erhält man die Lage der Durchschnittslinie H H′ gegen die Mitternachtslinie; trägt man ferner aus D an den auf der Westseite der Mitternachtslinie gelegenen Schenkel D H den Winkel E C A′ Fig. 28 a = E D H Fig. 28, so gibt die Linie E D die Lage der äquinoctialen Mittags- oder Mitternachtslinie gegen die Durchschnittslinie H H′. Aus D trage man nun auf E D den Abstand C D = D E, beschreibe aus dem dadurch bestimmten Punkte E mit dem Radius D E einen Kreis, der von D aus in 12 gleiche Theile zerlegt wird, wodurch sodann die Stundenlinien auf dieselbe Art gefunden werden, wie bei Fig. 26, wie Fig. 28 zeigt. An den Zenith der Mitternachtsstundenlinie kommt die XII Mitternachtsstunde, und an die Stundenlinien auf deren Westseite die Morgenstunden, an die auf deren Ostseite die Abendstunden, wie sie von XII auf einander folgen, wie Fig. 28 zeigt.

Die Construction der Thierkreislinien ist ganz wie in 1), wie sich aus Vergleichung von Fig. 28 b mit 26 b und 28 und 26 ergibt. In Bezug auf die Lage des Analemmas in b gilt das für die Mitternachtsuhr Gesagte.

Der Winkel B L K Fig. 28 a, welchen die Aequator- und Uhrebene bilden, bestimmt sich ganz auf die Art wie in Fig. 26, wie sich aus Vergleichung von Fig. 28 a mtt 26 a ergibt, und durch diesen findet sich denn die Gestalt der Thierkreislinien für nördliche Breiten aus Tab. I., für südliche aus Tab. II. pag. 46 u. 47, so sind sie z. B. in Fig. 28, wo dieser Winkel 58° 29′ beträgt, nach Tab. I. Hyperbolen. Die Construction der Beleuchtungsscala beruht auf Fig. 28 b und es gilt für sie dasselbe, was für Fig. 26 b gesagt wurde. Aus ihrer Vergleichung mit derjenigen der Horizontaluhr des Orts bedingt sich, welche und wieviel Stundenlinien auf der Uhr anzugeben sind.

Ist die Uhr verzeichnet, so wird der Weiser so im Punkte J der Mitternachtslinie befestigt, daß er mit derselben den Winkel P J = der Aequatorhöhe des Orts bildet, in dessen Meridianebene liegt und mit seiner Spitze P dem Zenith zugekehrt ist. Um ihm diese Lage zu geben, bediene man sich desselben Mittels wie bei Fig. 26, man bestimme nämlich die Größe und den Abstand des Stiftes F E′ Fig. 28 von J R für J R, indem man buchstäblich die bei Fig. 26 hierzu gegebene Construction auf der Westseite der Mitternachtslinie von J nach dem Zenith zu wiederholt.

Die hier für 2) gegebenen Constructionen gelten auch für alle nach einer zwischen N. und W. gelegenen Himmelsgegend gerichtete Uhren mit folgenden Berücksichtigungen. Anstatt daß für die N. O. Uhren der Winkel A E′C Fig. 28 a = H D J Fig. 28

von D aus auf die Westseite der lothrechten oder Mitternachtslinie getragen wird, kommt er bei den N. W. Uhren in derselben Lage, das heißt ebenfalls mit seinem Scheitel dem Zenith zugekehrt, aus D auf deren Ostseite, und der Winkel E D K, welchen die äquinoctiale Mittagslinie mit der Durchschnittslinie D H der beiden Ebenen bildet, kommt sodann aus D an den nicht lothrechten Schenkel dieses Winkels. Außer diesem erleidet nur noch die Bestimmung der Lage des Weisers eine Veränderung; es wird nämlich der Stift E′ F, dessen Lage gegen die Mitternachtslinie und dessen Größe übrigens ganz auf dieselbe Art wie bei 1) gefunden wird, auf der Ostseite der Mitternachtslinie rechtwinkelig zur Uhrebene befestigt. Die Spitze E desselben und der Punkt J bedingen sodann die Richtung des Weisers. Alles Uebrige kommt mit dem für die N. O. Uhren Gesagten überein.

Man sieht, wie sich aus den beiden hier aufgestellten Fällen 1) und 2) alle mögliche abweichende Vertikaluhren construiren lassen, und daß jene pag. 96 angeführten Benennungen mit deren Construction nur in sehr mittelbarer Beziehung stehen und also ein Beispiel für eine jede jener Benennungen zu geben überflüssig sein würde, da alle diese in den beiden hier angeführten Fällen enthalten sind.

5. Die Polaruhren.

Die Polaruhren sind im Allgemeinen eine Verzeichnung derjenigen Schattenlinien, welche ein zur Erdachse paralleler Stift auf zu demselben parallele oder durch die beiden Pole gehende Ebenen nach Verlauf gewisser Zeittheile durch die Sonnenbeleuchtung wirft.

Da die Ebenen der Polaruhren zur Erdachse, also auch zum Weiser parallel gehen und also un-

ter allen Breiten gegen diesen gleiche Lage haben, so sind auch die Polaruhren aller Orte einander vollkommen gleich, unter sich aber nur durch die Winkel, welche die Uhrebenen mit der Meridianebene eines Orts bilden und durch ihre Lage gegen die Himmelsgegenden verschieden, und es ist daher deren Construction durch diese beiden bedingt.

Um zu bestimmen, ob eine Ebene verlängert gedacht durch die Pole geht, also # zur Erdachse liegt, verzeichne man auf der Ebene die Mittagslinie (nach pag. 50), messe hierauf die Winkel, welchen dieselbe mit der horizontalen Mittagslinie des Orts bildet (nach pag. 50 und 51); ist dieser Winkel nun der Breite oder Polhöhe des Orts gleich und die Fläche der Ebene nach einer zwischen O. S. und W. oder O. N. und W. gelegenen Himmelsgegend gekehrt, und im ersten Falle dem Zenith, im andern dem Nadir des Orts zugekehrt, oder steht sie vertikal und ist ihre Fläche vollkommen nach Ost oder West gerichtet, so geht die Ebene durch die beiden Pole, oder liegt, was dasselbe ist, zu einer durch sie gehenden Ebene, also auch zu der Erdachse, parallel und ist daher eine Polarebene; denn dieser Winkel (welchen die horizontale und auf der Ebene gezogene Mittellinie bilden) ist derjenige, welchen die Erdachse mit der horizontalen Mittagslinie des Orts bildet, und es liegt daher auch die Uhrebene parallel zur Erdachse. Um ferner den Winkel zu finden, den eine Polarebene mit der Meridianebene eines Orts macht, ziehe man zu der auf ihr verzeichneten Mittagslinie eine rechtwinkelige, stelle auf diese das Inclinatorium so, daß es rechtwinkelig zur Ebene ist, verschiebe hierauf das Lineal mit dem Nonius so lange, bis die zu seiner untern oder obern Kante (je nachdem die Lage der Uhrebene ist) parallele Libelle einspielt; zieht man nun die Anzahl Grade und Minuten, welche der Nonius (von derjenigen Kante des

Instruments, mit welcher es auf der Ebene ruht, aus gerechnet) auf dem Limbus abschneidet, von 90° ab, so gibt dieser Rest das Maß dieses Winkels und die in h aufgesteckte Boussole zeigt zugleich mit an, welcher Himmelsgegend die Ebene zugekehrt ist. In Rücksicht auf diesen Winkel und diese Lage theilt man nun die Polaruhren überhaupt in: a) Polaruhren oder solche, deren Uhrebenen entweder rechtwinkelig oder parallel zur Meridianebene liegen, in welchem erstern Falle jener Winkel 90°, im andern aber 0° ist und b) in abweichende Polaruhren, deren Ebenen mit der Meridianebene Winkel bilden, die kleiner oder größer als 90° und größer als 0° sind. Da die Lage der Ebenen gegen die Himmelsgegenden die Construction der Uhren a) bedingt und sie von einander unterscheidet, so theilt man:

a) die Polaruhren

in 1) Mittags- oder Obere Polaruhren, deren Ebenen dem Mittag und Zenith des Orts zugekehrt sind;
- 2) Abend- (oder Vertikal-) Polaruhren, deren Ebenen vertikal stehen und nach Abend gekehrt sind;
- 3) Mitternachts- oder Untere Polaruhren, deren Ebenen dem Mitternachts- und Fußpunkte (Nadir) und
- 4) Morgen- (Vertikal-) Polaruhren, deren Ebenen gleichfalls vertikal und dem Morgenpunkte zugekehrt sind und die sich folgendermaßen entwerfen lassen und zwar:

1. Die Mittags- oder Obern Polaruhren.

Man verzeichne auf der vollkommen nach Mittag gelegenen Polarebene die Mittagslinie D G Fig. 30 Tab. VII., ziehe zu dieser eine rechtwinkelige Li-

nie H H′, lege hierauf durch einen andern willkührlichen Punkt E der Mittagslinie ebenfalls eine rechtwinkelige, beschreibe sodann aus E mit dem Radius E D an letztere einen Halbkreis E D C, welcher also die Linie H H′ in D berührt; diesen theile man in 12 gleiche Theile und lege durch die Theilungspunkte 6, 7, 8 u. s. w. und E gerade Linien und bemerke deren Durchschnittspunkte a, b, c u. s. w. mit H H′, zieht man nun durch dieselben zu H H′ rechtwinkelige, also zu D G parallele Linien, so sind dieses die Stundenlinien der Uhr. An diese kommen die Stundenzahlen so, daß an die Mittagslinie D G XII auf deren Westseite die Morgen-, auf deren Ostseite die Abendstunden stehen.

Um die Thierkreislinien zu construiren, verzeichne man sich das Analemma Fig. 30 a, trage auf dessen ♈ ♎ Linie von p aus die Abstände E a, E b, E c u. s. w. Fig. 30, indem man E a = p a, E b = p b u. s. w. Fig. 30 und 30 a macht; ziehe durch die also bestimmten Punkte a, b, c, d u. s. w., welche mit denen f, g, h u. s. w. zusammenfallen, zu p ♈ ♎ rechtwinkelige Linien 1. 11, 2. 10, u. s. w. und bemerke deren Durchschnittspunkte mit den Zeichenradien des Analemmas; zieht man hierauf im willkührlichen Abstande von der Einfassung der Uhr (am besten im Mittel beider Einfassungen) eine zu den Stunden rechtwinkelige Linie d^v d^v als die ♈ ♎ Thierkreislinie Fig. 30 und trägt die Abstände d′ a′, d′ b′ u. s. f. der Punkte a′ a″ · · · b′ b″ · · · u. s. w. von der Linie p d^v von der ♈ ♎ Linie Fig. 30 aus auf die zugehörigen Stundenlinien, verbindet die dadurch erhaltenen einerlei Zeichenradius zugehörigen Punkte a′, a″ · , ·, b′, b″ u. s. f. durch krumme Linien, so sind dieses die Thierkreislinien der Uhr, an welche die Thierkreislinien so zu stehen kommen, daß für nördliche Breiten die von ♈ ♎ aus nördlichste die

des ♑, die südlichste aber die des ♋ wird (für südliche Breiten findet das Gegentheil statt); die Reihenfolge der übrigen ergibt sich aus dem Analemma.

Da die Aequatorebene hier, wie bei allen Polaruhren, zur Uhrebene rechtwinkelig ist, so ist der Winkel, welchen sie mit diesen bildet, 90°, und es sind daher die Thierkreislinien Tab. I. und II. pag. 46 und 47 zufolge Hyperbolen.

Eine Beleuchtungsscala ist hier nicht zu construiren, da die Sonne für jedes Thierzeichen zu ein und derselben Zeit sowohl in die Uhrebene, als aus ihr tritt; denn diese ist, so wie die Mittagsebene des Orts eine Meridianebene (sie gehet durch beide Pole), und der Eintritt der Sonne in dieselbe bestimmt die Zeit. Zieht man durch E Fig. 30 zu H H′ eine parallele, so gibt diese auf der Aequinoctialuhr die Stunden- oder Stundentheillinien, in welcher die Sonne sowohl in die Uhrebene, als aus derselben tritt, oder die Zeit, wenn die Beleuchtung beginnt und aufhört. Für die Obere oder Mittags-Polaruhr Fig. 30 ist dieses die 6 Morgen- und 6 Abendstunde und es werden daher die Stundenlinien von 6^h Morgens bis 6^h Abends auf derselben anzugeben sein, wenn die Beleuchtungsscala der Horizontaluhr des Orts dieses nicht anders bedingt.

Befestigt man auf der Uhr in D und G (den Durchschnittspunkten der Mittagslinie mit der Einfassung) zwei zur Uhrebene rechtwinkelige Stifte P G und C D so, daß ihre Spitzen P und C von derselben um E D abstehen und also $GP = CD = ED$ wird, und bringt sodann in P und C einen Stift an, so ist dieses der Weiser der Uhr, denn er liegt parallel zur Mittagslinie G D und in deren Vertikalebene und ist daher parallel zur Erdachse. Bemerkt man an dem Weiser den Punkt, welcher rechtwinkelig über dem Durchschnittspunkte der ♈ ♎ und Mittagslinie

liegt, so ist dieses der die Thierkreislinien beschreibende Punkt p.

Das hier gezeigte Verfahren ergibt sich aus der Orientirung der Aequinoctialuhr auf der Uhrebene und dessen Richtigkeit beruht auf dem bei Fig. 9 darüber Gesagten.

2. und 4. Die Vertikal- oder Morgen- und Abend-Polaruhren.

Da die Ebenen der Vertikal-Polaruhren mit den der vertikalen Morgen- und Abenduhren zusammenfallen, so ist deren Construction ganz dieselbe wie diejenige dieser unter Fig. 27 beschriebenen Uhren denn diese sind selbst Vertikal-Polaruhren.

3. Die Mitternachts- oder Untere Polaruhr.

Die Untere Polaruhr Fig. 33 ist nichts anders als die Verzeichnung der obern Polaruhr auf eine dem Nadir des Orts zugekehrte Polarebene, die rechtwinkelig zur Meridianebene liegt, wie sich aus Vergleichung von Fig. 33 und 33 a mit Fig. 30 und 30 a ergibt, und es findet daher auch alles für diese Gesagte hier statt, nur daß, was bei jener die Mittagslinie war, bei dieser hier die Mitternachtslinie wird, welche aber nur an solchen Orten anzugeben ist, wo sich die Sonne während des einen Theils des Jahres immer über dem Horizonte befindet, was sich aus der Beleuchtungsscala der Horizontaluhr eines jeden Orts sehr leicht ergibt.

b) Die abweichenden Polaruhren.

Aehnlich wie die Polaruhren a) könnte man auch die abweichenden Polaruhren nach den Himmelsgegenden,

den ihre Flächen zugekehrt sind, eintheilen und benennen, da diese aber ihre Construction nicht unmittelbar bedingen, indem diese, die Uhr mag nach irgend einer zwischen ein und denselben zwei Haupthimmelsgegenden gelegenen Punkte gekehrt sein, welchen sie will, dieselbe bleibt, so wollen wir sie allgemein nach ihrer Lage gegen je 2 Hauptweltgegenden durchgehen.

1) Ist die Fläche der Uhrebene nach irgend einer zwischen S. und O. gelegenen Himmelsgegend gekehrt, so läßt sich die Uhr folgendermaßen entwerfen: Zuerst trage man aus dem Durchschnittspunkte G der Vormittagslinie G D Fig. 31 und der zu ihr rechtwinkelig gezogenen Linie H H', an diese auf die Westseite der Mittagslinie den Winkel H G E (Declinationswinkel), welchen die Uhr- mit der Meridianebene bildet und der sich auf die Art bestimmt, wie pag. 105 gesagt wurde; beschreibe hierauf aus einem willkührlichen Punkte E des Schenkels E G dieses Winkels mit dem Radius E G, also durch G einen Kreis, theile ihn von diesem aus in 24 gleiche Theile, trage hierauf durch die Theilungspunkte 1, 2, 3 u. s. f. und den Mittelpunkt E gerade Linien, bemerke deren Durchschnittspunkte mit H H', nämlich a, b, c u. s. f., zieht man durch diese zu D G parallele Linien, so sind diese die Stundenlinien der Uhr. Alles Uebrige kommt buchstäblich mit dem bei der Obern Polaruhr Gesagten überein, wie sich aus Vergleichung von Fig. 31 und 31 a mit Fig. 30 und 30 a ergibt, und es ist nur in Bezug auf den Weiser noch zu bemerken, daß die beiden Stifte C D und P G von der Länge E G in den Punkten D und G lothrecht und rechtwinkelig auf der Mittagslinie zu befestigen sind. Der die Thierkreislinien beschreibende Punkt p wird auf die besagte Art bestimmt.

Nach den hier gegebenen Regeln lassen sich nun alle abweichende Polaruhren entwerfen, deren Uhrflächen nach einer zwischen S. und O. oder S. und W. gelegenen Himmelsgegend gekehrt sind, und es ist bei letzteren nur zu berücksichtigen, daß der Winkel H G E, welchen die Uhr- mit der Meridianebene des Orts bildet, aus dem Punkte G an H H' auf die Ostseite der Polarmittagslinie G D zu tragen ist; alles Uebrige bleibt dasselbe.

2) Ist die Uhr nach einer zwischen N. und O. oder N. und W. gelegenen Himmelsgegend gekehrt, so findet zwar ebenfalls das für Fig. 31 Gesagte statt, wie sich aus Vergleichung von Fig. 32 mit 31 ergibt, nur ist für erstern Fall (N. und O.) der Declinationswinkel H G E aus G an H H' auf die Westseite, im andern Fall (N. und W.) aber auf die Ostseite der Polarmittags-, für diese beiden Fälle Polarmitternachtslinien zu tragen.

Nach den hier aufgestellten 4 Fällen lassen sich nun alle mögliche abweichende Polaruhren entwerfen, denn sie können nur dem einen oder andern derselben angehören.

Vergleichen wir die Polaruhren überhaupt mit den übrigen Uhren, so sehen wir, daß sie nichts anders sind, als Horizontaluhren für die geographische Breite o oder den Aequator; denn der Winkel, welchen ihr Weiser mit der Polarmittagslinie bildet, ist o oder liegt zur Uhrebene, welche wie dieser durch beide Pole geht, parallel; ein Gleiches findet aber auch mit dem Horizonte des Aequators statt, er geht ebenfalls durch die Pole, liegt also zur Erdachse parallel. Die Polaruhren schließen die erste Klasse der Sonnenuhren oder diejenige der Uhren mit zur Erdachse parallelen Weisern. Nach den in derselben aufgestellten Fällen läßt sich nun auch die allgemeine Aufgabe „Auf einer gegebenen Fläche eine

Sonnenuhr zu verzeichnen" auflösen und zwar folgendermaßen:

Zuerst bestimme man sich die geographische Breite des Orts, welche man aus jeder guten Specialkarte finden kann. Ist der gegebene Ort von einem, dessen Breite bekannt ist, nur $\frac{1}{2}$ Meile entlegen, so kann man die Breite des letztern auch für die des gegebenen annehmen, da ein solcher Ortsunterschied selbst in nördlicher oder südlicher Richtung nur 2′ Gradmaß beträgt, welcher in Rücksicht der Stärke des bei den Uhren anzuwendenden Materials der Richtigkeit derselben keinen Eintrag thut. Hierauf untersuche man, ob die gegebene Ebene vollkommen horizontal, vertikal oder geneigt ist. Erstere Lage ergibt sich sogleich durch Aufsetzen einer jeden richtigen Loth- oder Wasserwaage, die andere aber durch Daranhalten eines Loths; ist nun die Ebene weder horizontal noch vertikal, so kann sie nur geneigt sein.

Ist die gegebene Ebene horizontal, so ist die Uhr nach den für die Horizontaluhren gegebenen Regeln zu entwerfen; ist sie vertikal, so bestimme man deren Lage gegen die Himmelsgegenden und aus dieser ergibt sich sodann, welchem Falle der Vertikaluhren die Uhr angehört und wie sie construirt werden muß. Bei geneigten Ebenen bestimme man den Inclinations- und Declinationswinkel und ihre Lage gegen die Himmelsgegenden, suche den gleichen Fall unter den geneigten Uhren auf, so bestimmt dieser die Construction der Uhr u. s. w.

Ein Ueberblick der Uhren dieser Klasse lehrt uns nun vollkommen, daß die Aequinoctialuhr die Grundlage derselben ist, wie in der Einleitung pag. 3 gesagt wurde, indem durch deren Orientirung auf der gegebenen Ebene sich die Construction der auf dieser zu verzeichnenden Uhr bestimmt. Ferner lehrt er uns, daß die Uhren der einen oder andern Gattung eines Orts,

zu der einen oder andern Gattung eines andern Orts gehören; denn die Aequinoctialuhr ist für die Pole eine Horizontaluhr, die Horizontaluhr einer nördlichen Breite aber für eine andere nördliche Breite eine geneigte oder vertikale Mittagsuhr u. s. w., woraus hervorgeht, daß eine jede Uhr erster Klasse für alle Breiten derselben Erdhalbkugel zu gebrauchen ist, wenn man sie so aufstellt, daß ihr Weiser parallel zur Erdachse liegt und seine Spitze P demselben Pole zugekehrt ist, dem sie an dem Orte zugekehrt war, für welchen die Uhr entworfen ist, was sich aus der Lage der Thierkreislinien ergibt.

Wie auf ebene Flächen, so lassen sich auch Sonnenuhren auf andere, als Kugel-Cylinderflächen u. s. w., verzeichnen, da dieselben gar keinen practischen Vortheil gewähren und in der Hauptsache deren Construction dieselbe bleibt, wie bei den ebenen Flächen, indem sie sich gleichfalls aus der Orientirung der Aequinoctialuhr auf der gegebenen Fläche ergibt, so thun wir derselben weiter keiner Erwähnung und gehen nun zur zweiten Klasse der Sonnenuhren über.

II. Klasse.

Uhren mit lothrechten zur Uhrebene rechtwinkeligen Weisern.

1. Die Azimuthaluhren.

Die Azimuthaluhren sind eine Verzeichnung derjenigen Punkte, in welche der Schatten eines auf einer horizontalen Ebene rechtwinkelig angebrachten ver-

schiebbaren Stiftes nach Verlauf gewisser Zeittheile durch die Sonnenbeleuchtung fällt.

Da die Sonne den einen Tag früher oder später als den andern, je nachdem ihre Abweichung *) ab- oder zunimmt, in die Vertikalebene eines Orts tritt, so würde sie ein und denselben Zeittheil, genau genommen, jeden Tag der Schatten eines auf einer horizontalen Ebene rechtwinkelig befestigten Stiftes in einen andern Punkt fallen oder der Stift müßte jeden Tag verrückt und es müßten daher entweder alle jene Punkte bestimmt werden, in welche der Schatten des unbeweglichen Weisers an den verschiedenen Tagen für gewisse Zeiten fallen würde, oder diejenigen, in welche der Weiser zu verrücken ist, damit sein Schatten alle Tage in ein und dieselben als Zeittheile bestimmte Punkte falle; und hierauf beruht die Azimuthaluhr, welche ihren Namen daher erhalten hat, weil sie außer der wahren Zeit zugleich das Azimuth der Sonne für dieselbe angibt.

Um sie zu entwerfen, verzeichne man zuerst einen Kreis F B D E F Fig. 34 Tab. VIII., theile ihn in 24, 48, 96 u. s. w. gleiche Theile 1, 2, 3, 4 u. s. f. und verbinde je zwei der gegenüberliegenden von F oder D gleichweit abstehenden Theilungspunkte 1, 11. 2, 10 u. s. f. durch gerade, also unter einander parallele Linien; trage hierauf aus dem Mittelpunkte C an einem Durchmesser F C den Winkel F C A = der Aequatorhöhe des Orts; fälle aus dem Punkte A, wo der Schenkel A C dieses Winkels die Peripherie des Kreises schneidet, einen Perpendikel K A auf den andern Schenkel F C; beschreibe aus C mit dem durch K bestimmten Radius K C einen zweiten Kreis J H K R J, theile ihn von K oder J aus ebenfalls in 24, 48, 96 u. s. w. gleiche Theile, 1, 2, 3 u. s. f.;

*) S. Anhang unter 1).

verbinde die einander gegenüberliegenden von R oder H gleichweit abstehenden Punkte 1, 11. 2, 10 u. s. f. so, daß sie die Verbindungslinien des ersten Kreises rechtwinkelig durchschneiden; bemerke diese Durchschnittspunkte a, b, c, d u. s. f. der correspondirenden Linien 1, 11. 2, 10 beider Kreise, so sind diese Punkte, in Rücksicht des Folgenden, die Ganzen-, Halben-Viertelstundenpunkte u. s. w. (je nachdem man die Kreise in 24, 48, 96 u. s. w. Theile zerlegt hat) der Azimuthaluhr. Verbindet man dieselben durch eine krumme Linie F H D R F, so gibt dieselbe die Horizontalprojection des Aequators und ist eine Ellipse. Setzt man nun an R oder H (die Durchschnittspunkte der kleinen Achse R H der Ellipse mit dieser) die XII. und, wenn wir uns R oder H von C aus nach Nord gelegt denken, an den von XII. aus ersten Punkt nach Ost (für die Eintheilung der Kreise in 24 gl. Thle) I., den zweiten II. u. s. f. an den ersten nach West XI., an den zweiten X. u. s. f., so sind dieses die Stunden der Uhr. Faßt man den größten Halbmesser C D oder C F in den Zirkel und durchschneidet mit dieser Eröffnung von H oder R aus C D und C F, so sind die Durchschnittspunkte p p die Brennpunkte*) der Ellipse. Verzeichnet man das Analemma so aus einem dieser Punkte p, daß seine p ♈ ♎ Linie in D F liegt, für nördliche Breiten seine p ♋, für südliche, seine p ♑ Linie dem Nordpunkte der Uhr (XII) zugekehrt ist, so sind die Durchschnittspunkte der Zeichenradien des Analemmas mit HR, nämlich: ♋, ♊, ♉, ♈, ♓, ♒, ♑ diejenigen Punkte, in welchen sich der Weiser befinden muß, wenn die Sonne in den diesen Punkten zugehörigen Thierzeichen steht, damit sein Schatten in den wahren Zeitmomenten der ganzen, halben, Viertel-Stunden in die ganzen, halben, Viertel-

*) S. Anhang unter 2), 2.

Stundenpunkte u. s. w. der Ellipse fällt und so die wahre Zeit anzeigt. Um nun aber auch den Standpunkt des Weisers für jede andere Zeit und zwar, je nach der Größe der Uhr von 10—10, von 3—3 oder von Tag zu Tag zu erhalten, beschreibe man aus p zu jeder Seite an p C mit möglichst großem Radius ¼ Kreisbogen, zerlege ihn in seine 30° oder gleiche Theile; ziehe durch alle Theilungspunkte von p C aus gerechnet bis 27° 23', (welche die ♋ und ♑ Radien abschneiden) und p gerade Linien und bemerke deren Durchschnitte mit H R, so erhält man dadurch den Stand des Weisers für die Declinationsveränderung der Sonne von Grad zu Grad. Macht man die Theile ♈ ♋ und ♈ ♑ der Linie H R nur 3 Zoll groß, so ist man im Stande, den Weiser für die Veränderung der Declination der Sonne von Minute zu Minute zu verrücken, wenn man folgende Vorrichtung dabei anbringt. Man befestige auf der Linie R H ein Messingplättchen a i k b Fig. 34 b, in welches ein zweites schmäleres; der Länge des erstern nach verschiebbares e f l m angebracht ist, dessen Mittellinie mit H R zusammenfällt (Fig. 34 a der Durchschnitt eines Theils der Uhr A B C D und der beiden Plättchen a b c d und e f g h wird die Art, wie dieselben zu befestigen und sich in einander verschieben lassen, deutlich machen), die Seiten des ersten Plättchens werden von C, dem Mittelpunkte der Uhr, aus in die halben und Viertelgrade des Analemmas getheilt, wie dieses bei Fig. 34 für die ganze Gradeintheilung gezeigt wurde und man aus Fig. 34 b in a i k b ersieht. Theilt man nun 14 Theile des ersten Plättchens, auf e f l m dem zweiten, von C dessen Mittelpunkte aus, zu beiden Seiten desselben, in 15 gleiche Theile, schreibt an den ersten Theilungsstrich von C aus 1., an den 2ten 2. u. s. f. und an den durch C gezogenen Theilungsstrich des andern

Plättchens 0°, an den 4ten zu beiden Seiten von C 1°, an den 8ten 2° u. s. f. an jeden Halbirungsstrich zwischen 1° und 2° u. s. f. 30', befestigt hierauf den Weiser C Z in dem Punkte C des verschiebbaren Plättchens Fig. 34 und 34 a rechtwinkelig zur Uhrebene, so kann man denselben von 1' zu 1' verrücken und zwar folgendermaßen: Beträgt die Declination der Sonne z. B. 1', so verschiebe man das Plättchen mit dem Weiser bis sein Theilungsstrich 1 mit dem ersten oder dem zwischen 0° 30' gelegenen Theilungsstriche des andern zusammenfällt, so steht der Weiser vom Mittelpunkte C der Uhr um 1' ab; beträgt die Declination aber 18', so wird der Weiser um so viel von C abstehen, wenn der 3te Theilungsstrich des verschiebbaren Plättchens mit dem 4ten des unbeweglichen zusammenfällt u. s. f.; denn, da 14 Theile auf dem unbeweglichen Maßstabe 14 . 15' = 210' betragen, diese aber auf dem verschiebbaren in 15 Theile zerlegt sind, so wird ein solcher Theil 14' enthalten, also um 1' kleiner sein als ein Theil des erstern und es wird daher, wenn der Nullpunkt des verschiebbaren Plättchens mit einem Theilungsstriche des unbeweglichen zusammentrifft, der 1. Theilstrich jenes von dem 1sten Theilstrich dieses (vom Zusammentreffungspunkte aus gerechnet) um 1', der 2te vom 2ten um 2', der 3te vom 3ten um 3' u. s. f. abstehen; denn ein Theilstrich des beweglichen enthält 14', 2 28', 3 42' u. s. f., ein Theil des festen aber 15, 2 30, 3 45' u. s. f. und es steht also der erste Theilungsstrich des beweglichen vom ersten des festen Plättchens um 15'—14' = 1', der 2te vom 2ten um 30—28 = 2' u. s. f. ab; verschiebt man daher das bewegliche Plättchen, bis dessen Theilungsstrich 3 oder 6 mit dem ihm zunächst liegenden des festen zusammentrifft, so muß auch der Weiser von dem Punkte dieses, in welchem er sich zuvor befand,

um 8′ oder 6′ abstehen u. s. f. Neben dem Beweise für die Richtigkeit dieses Maßstabes, welchen man einen Maßstab mit Nonius nennt, ergibt sich zugleich hieraus dessen Gebrauch; denn es würde dem schon Gesagten zufolge, wenn der Weiser z. B. um 5° 39′ vom 0 Punkt des Maßstabes abstehen sollte, der Nonius so zu verrücken sein, daß sein 0 Punkt über 5° 30′ zu stehen kommt und sein mit 9′ bezeichneter Theilstrich mit dem ihm zunächst liegenden Theilstriche des Maßstabes zusammenfällt.

Um den Weiser im Punkte C auf dem Nonius so zu befestigen, ist es, wie wir später sehen werden, am dienlichsten, daselbst eine feine Schraubenmutter anzubringen, in welcher der Weiser vollkommen rechtwinkelig zur Uhrebene eingeschraubt werden kann.

Da für die Azimuthaluhr keine Thierkreislinien zur Bestimmung des Eintritts der Sonne in die Aequinoctial- und Wendepunkte zu beschreiben sind, indem die Scala, auf welcher der Weiser verrückt werden muß und also dessen Stand dieses schon bestimmt (den Kalender der Uhr bildet), so ist auch kein besonderer Punkt auf demselben zu bemerken, sondern nur die Länge zu bestimmen, welche er erhalten muß, damit seine Schatten für jeden Stand in der Scala noch in die Stundenellipse fallen; diese ergibt sich aber sehr leicht dadurch, daß man sich dessen kleinsten Abstand von der Ellipse, auf H R gemessen, also ♋ H oder ♑ R aus C auf C F trägt, aus dem dadurch bestimmten Punkte H′ eine zu C F rechtwinkelige Linie zieht, aus C an die äußere Seite des Schenkels C A des Winkels K C A (der Aequatorhöhe) den Winkel ♋ p ♈ ♎ trägt und den Durchschnittspunkt Z′ des Schenkels C Z′ desselben mit H′ Z′ bemerkt, wodurch sich die Länge H′ Z′ des Weisers für den höchsten Stand der Sonne und also für alle übrige ergibt.

Um sich der Uhr zu bedienen, hat man dieselbe so aufzustellen, daß ihre Ebene vollkommen horizontal steht, ihre 12^{h} Linie in der Mittagslinie des Orts, der 12te Stundenpunkt nach Nord und die Morgenstunden nach West liegen; so ist dieselbe vollkommen orientirt und wird die wahre Zeit zeigen, wenn man dem Weiser, in Rücksicht der Declination der Sonne, seinen gehörigen Standpunkt gibt, wie dieses nachher vermöge der folgenden Declinationstafeln der Sonne gezeigt werden wird. Außer der wahren Zeit zeigt diese Uhr aber auch noch das Azimuth der Sonne für diese Zeit. Bringt man nämlich an dem Weiser einen Quadranten so an, daß er sich um denselben als seinen Mittelpunkt drehen läßt, mißt vermöge desselben den Winkel, welchen der Schatten des Weisers mit der Mittagslinie CH bildet, so gibt dieses Maß das Azimuth der Sonne für die Zeit, welche der Schatten des Weisers bedingte, denn der gemessene Winkel ist ein Azimuthalwinkel*).

Legt man durch den Standpunkt des Weisers und die beiden Brennpunkte der Stundenellipse einen Kreis, so geben dessen Durchschnittspunkte mit derselben die Auf- und Untergangszeiten der Sonne für den Tag, an welchem der Weiser in diesem Punkte steht. Diese Punkte findet man auch, wenn man den Zirkel im Standorte des Weisers einsetzt und die beiden Punkte der Ellipse aufsucht, welche von diesem am weitesten abstehen; diese geben sodann die gesuchten.

Um die Höhe der Sonne**) für irgend einen Tag und einen Augenblick der wahren Zeit zu bestimmen, trage man sich den Abstand des Standpunktes des Weisers von dem Punkte, in welchem

*) S. Anhang unter 1).
**) S. ebendaselbst.

sein Schatten in dem Augenblicke die Ellipse durchschneidet, z. B. a C Fig. 35 auf, ziehe durch den einen Endpunkt a zu a C eine rechtwinkelige A a, fasse hierauf den Abstand des Standpunktes des Weisers (für denselben Tag) von dem von ihm am weitesten abstehenden Punkte der Ellipse in den Zirkel, setze denselben in den andern Endpunkt C obiger Linie und durchschneide mit dieser Eröffnung die rechtwinkelige A a; verbindet man nun den dadurch bestimmten Punkt A mit C durch eine gerade Linie A C, so ist der Winkel A C a, welchen A C mit a C bildet, derjenige, dessen Maß die Höhe der Sonne gibt.

Das von pag. 119 bis hierher Gesagte setzt uns in Stand, durch die Azimuthaluhr ohne Weiser folgende Aufgaben der sphärischen Trigonometrie geometrisch zu lösen: 1) Aus der Declination der Sonne und der wahren Zeit des Orts, für welchen die Azimuthaluhr entworfen ist, die Höhe und das Azimuth der Sonne zu finden. 2) Aus dem Azimuthe und der wahren Zeit die Höhe und Declination der Sonne zu bestimmen. 3) Aus der Declination der Sonne und ihrem Azimuthe die wahre Zeit und 4) aus der Declination die Auf- und Untergangszeit der Sonne, also auch die Länge des Tages für den Ort anzugeben, wie dieses pag. 119 gezeigt wurde.

Der Stand des Weisers für jeden Tag und wie oft und wie weit man ihn zu verrücken hat, ergibt sich aus den im Anhange unter 4) enthaltenen Declinationstafeln der Sonne. Vermöge derselben kann man die Declination der Sonne für jeden Augenblick und für jeden Ort berechnen und so den Standpunkt des Weisers bestimmen. Wie weit man ihn täglich oder stündlich zu verrücken hat, findet man sehr leicht dadurch, daß man die Declination des einen Tages von der des nächst vorhergehenden oder nächst folgenden (je nachdem sie abnimmt oder wächst) abzieht;

die Differenz gibt die Declinationsveränderung für 24^h und aus dieser findet man sehr leicht durch einfache Regel de tri dieselbe für jeden andern Zeittheil.

Die Herleitung der Construction der Azimuthaluhr und der Beweis für deren Richtigkeit beruht auf Folgendem. Denken wir uns HZRNH Fig. 35 als die Mittagsebene des Orts Z, für welchen die Uhr zu entwerfen ist, H ♈ R ♎ H als dessen Horizont, A ♎ Q ♈ A als den Aequator und folglich P P′ als die Erdachse, so sehen wir, daß, wenn sich die Sonne im Aequator befindet, der Schatten, den ein zur Erdachse paralleler Stift PC auf die Aequatorebene wirft, mit dem Schatten eines lothrechten mit PC in gleicher Meridianebene gelegenen Stiftes CZ zusammenfällt; denn ist S z. B. die Sonne, so ist CL die Verlängerung von SC, der Schatten des Stiftes PC, aber auch des Stiftes CZ; denn alle durch die Sonne bei ihrem Stande im Aequator gelegene Stundenebenen PSP′ und Vertikalebenen ZSN durchschneiden die Aequatorebene in ein und derselben Linie (SL). Legten wir nun diese Linie lothrecht auf die Horizontalebene des Orts, so erhielten wir die Linie h t oder den Schatten, den ZC für den Stand der Sonne in S auf die Horizontalebene von Z werfen würde (denn er liegt mit S und CZ in ein und derselben Vertikalebene). Fällten wir daher durch alle Stundenpunkte u. s. w. des Aequators Lothrechte auf die Horizontalebene, so würden wir auch auf dieser die Stundenpunkte u. s. w. für den Stand des lothrechten Weisers in C und der Sonne im Aequator erhalten. Vier dieser Punkte, nämlich A, ♎, Q, ♈ können wir nun sehr leicht bestimmen; denn beschreiben wir einen Kreis von willkührlicher Größe als den Horizont, ziehen in demselben zwei sich rechtwinkelig schneidende Durchmesser ♈ ♎ und HR; tragen an HR vom Mittelpunkte aus den Winkel ACH = der Aequator-

höhe von Z, ziehe durch den Punkt A, in welchem der Schenkel A C dieses Winkels die Peripherie durchschneidet, auf H R eine rechtwinkelige A a, so gibt der Einfallspunkt a den Mitternachtspunkt der Azimuthaluhr und ♈ und ♎, in welchen der andere Durchmesser die Peripherie durchschneidet, werden die 6^h Punkte sein; denn sie liegen in der Durchschnittslinie der Horizontal- und Aequatorebene *). Da q C = a C, so hat man nur a C aus C auf die andere Seite des Durchmessers H R zu tragen, um q zu erhalten. Theilt man den Kreis H ♎ R ♈ H von einem der 4 Theilungspunkte aus in 24, 48 u. s. w. gleiche Theile, verbindet je zwei dieser Theilungspunkte durch gerade zu H R parallele Linien, beschreibt man hierauf aus C mit dem Radius a C einen zweiten Kreis und theilt ihn wie den ersten von a aus, verbindet je zwei der Theilungspunkte durch gerade zu ♈ ♎ parallele Linien, bemerkt die Durchschnittspunkte der correspondirenden Linien beider Kreise, so sind diese die übrigen auf den Horizont verzeichneten Stundenpunkte u. s. w., denn die parallelen Verbindungslinien des ersten Kreises für den Durchmesser H R geben die Abstände b 11, b 1. f 1, f 11, C ♈ und C ♎ der Stundenpunkte u. s. w. 1, 11, ♈ ♎ der Aequinoctialuhr von A Q, die des zweiten Kreises für den Durchmesser o q aber sind die horizontalen Abstände a C, b' C, f' C, q C jener Punkte von ♈ ♎, folglich sind deren Durchschnittspunkte die Stunden- u. s. w. Punkte der Azimuthaluhr für den Stand des Weisers in C und der Sonne im Aequator; verbinden wir dieselben durch eine krumme Linie, so gibt diese den auf den Horizont reducirten Aequator oder dessen orthographische Projection und zwar eine El-

---

*) S. Anhang unter 1).

llipse, deren große Achse*) ♈ ♎ und deren kleine a q ist.

Je größer die Abweichung der Sonne ist oder je weiter sie von dem Aequator absteht, desto früher oder später wird sie auch in ein und denselben Vertikalkreis treten; steht sie z. B. in dem Wendezirkel des Krebses**) W K, so wird sie erst in x. in den durch den Stundenpunkt S eines Orts Z gehenden Vertikalkreis treten, während sie für ihren Stand im Aequator schon in S in denselben trat, sie wird also im ♋ um den Bogen S′x später einrücken und es würde daher der Schatten des in C befestigten lothrechten Stiftes C Z viel später in jene Stundenpunkte u. s. w. fallen, als dies beim Stande der Sonne im Aequator geschah; und derselbe also nicht mehr die wahre Zeit anzeigen. Denken wir uns den Kreis W T K S W den Krebswendezirkel eben so wie A Q eingetheilt und verzeichnen wir uns denselben wie den Aequator A Q auf den Horizont, so wird derselbe eine jener ähnlichen Ellipse geben und der Schatten des in dem Punkte C der Aequatorellipse befestigten, also um C C′ von dem Mittelpunkte der Krebswendezirkelellipse abstehenden Stiftes, wird auf dieser, vermöge ihrer Eintheilung, die wahre Zeit zeigen, wie bei der Aequatorellipse. Geben wir diesem Stifte Z C einen solchen Stand, daß sein Schatten, für irgend eine Zeit mit dem Stunden- oder Stundentheilpunkte der Aequatorellipse zusammenfällt, wie in seinem Standpunkte in C mit demselben der Krebswendezirkelellipse, so wird er in diesem Stande auf jener vollkommen die wahre Zeit anzeigen; denn seine Schattenstrahlen C′s′ gehen zu den Schattenstrahlen C s parallel, weil beide Ellipsen ähnlich und daher auch die

*) S. Anhang unter 2), 2.
**) S. Anhang unter 1).

Stundenbögen proportional sind. Beobachtet man dasselbe Verfahren für einen jeden andern zum Aequator parallelen Kreis, so wird der Schatten des Stiftes durch die Aequatorellipse stets die wahre Zeit zeigen, denn die Umstände bleiben dieselben. Um die Standpunkte zu bestimmen, welche der Weiser für den Stand der Sonne in irgend einem der 12 Zeichen des Thierkreises haben muß, damit sein Schatten auf der Aequatorellipse die wahre Zeit zeigt, sieht man, daß z. B. für den Stand der Sonne im ♋ Wendezirkel W K, für die Zeit x oder den Zeitabstand W x der Sonne vom wahren Mittag, h C die Stundenlinie für diese Zeit (denn sie liegt in der Ebene des Stifts und Sonnencentrums) und also C S der Schatten des Weisers sein würde, während für dieselbe Zeit aus dem Stande der Sonne im Aequator S‴ C die Stundenlinie und C s′ der Schatten des Weisers ist. Verrücken wir nun denselben (C Z) auf der Mittagslinie, bis sein Schatten mit dem Punkte s′ der Aequatorellipse, welcher der Zeit S″ also auch x angehört, zusammenfällt, so wird derselbe vermöge Obigem die Zeit für den Stand der Sonne im ♋ Wendezirkel anzeigen; woraus sich ergibt, daß man die vertikale Schattenebene des Weisers für die Zeit x, nämlich Z S N Z nur von c bis c′, dem Durchschnittspunkte der Erdachse und der ♋ Wendezirkelmittagslinie W K, zu verrücken hat, damit dieselbe (Z′S′N′s′Z′) die Aequatorellipse in s′ durchschneidet und die Linie C′ s′ mit der Mittagslinie C R denselben Winkel bildet, wie h C mit W C. Daraus geht hervor, daß man den Standpunkt C′ des Weisers Z′ C′ für irgend einen zum Aequator parallelen Kreis findet, wenn man aus dem Punkte C, in welchem dessen Mittagslinie die Erdachse P P′ durchschneidet, einen Perpendikel auf die horizontale Mittagslinie fällt. Da nun aber C c′ der Abstand des Krebswendezirkels W K

vom Aequator, für den Radius A C = P C des Analemmas (A C W ist der Winkel, welchen ♋ S mit A S Fig. 2 Tab. I. oder ♋ S mit S ♎ ♈ Fig. 4 macht) ist, C′ die Projection des Punktes c′ auf den Horizont und daher C C′ die Projection von C c′ gibt; so wird, wenn man P C gleichfalls auf den Horizont projectirt, indem man aus P auf C R einen Perpendikel fällt und dadurch p C bestimmt, dieses die Projection des Analemmaradius für C C′ oder der Abstand sein, aus welchem das Analemma von C aus und an C ♈ zu beschreiben ist, damit seine p ♋ Linie den Punkt C′, den Standpunkt des Weisers für den ♋, abschneidet; denn es verhält sich sodann C c′ : A C oder P C (beide sind gleich) = C C′ : C p oder A a (beide sind ebenfalls gleich). Die Brennpunkte e *) und d (p p Fig. 34) der Aequatorellipse bestimmen sich, wie wir Fig. 34 gesehen haben, wenn man aus dem Scheitel a Fig. 35 der kleinen Achse a q mit der großen Halbachse A C = C ♈ oder ♎ diese durchschneidet; da nun a e = A C = P C und a C = P p (vermöge Gleichheit der Dreiecke C A a und P C p, in welchen A C = P C und Winkel a A C = P C p und daher a C = P p ist), so wird auch e C = C d = C p = A a sein (das Dreieck a C e = P C p = A a C, denn a e = P C = A C und a C = a C = P p, folglich e C = C p = A a) und hieraus folgt, daß man nur das Analemma aus einem Brennpunkte p der Aequatorellipse mit seiner p ♈ ♎ Linie an die große Achse zu beschreiben hat, um die Stundenpunkte des Weisers für den Stand der Sonne in den 12 Thierzeichen zu erhalten, was aber für diese gilt, findet auch für jeden andern Stand der Sonne statt.

---

*) S. Anhang unter 2), 2.

Da der Winkel, den der Schatten eines auf einer horizontalen Ebene lothrecht befestigten Stiftes mit der durch seinen Befestigungspunkt gezogenen Mittagslinie bildet, das Azimuth der Sonne für den Augenblick bestimmt, in welchem sie jenen Schatten wirft, so sind auch die Winkel, welche der Schatten des Azumuthaluhrweisers mit deren Mittagslinie bildet, die Azimuthalwinkel für die zu diesen Schatten gehörigen Zeiten.

Da die Sonne die längsten Schatten wirft, wenn sie im Horizonte des Orts steht, auf- oder untergeht; so sind die beiden Punkte der Ellipse, welche von dem Standpunkte des Weisers am weitesten abstehen, die Auf- und Untergangspunkte der Sonne für diesen Standpunkt des Weisers, welche zugleich die Länge des Tages bedingen.

Beschreiben wir mit diesen längsten Schatten Kreise, ziehen in denselben einen Durchmesser und tragen an diesen, vom Mittelpunkte des Kreises aus, den Abstand irgend eines Zeittheils von dem zu diesen Schattenlängen gehörigen Standpunkte des Weisers, errichten aus diesem Punkte eine zum Durchmesser rechtwinkelige Linie, so schneidet diese und der kleine Abschnitt des Durchmessers den Bogen ab, dessen Maß der zu jener Zeit gehörigen Sonnenhöhe gleich ist, denn da die Sonne bei ihrem Untergange und Aufgange die längsten Schatten wirft, in diesem Augenblicke aber 0° Höhe hat, so ist dieser Abstand der Halbmesser ihres Höhenkreises *). Trägt man auf diesem von C aus Fig. 35 den Abstand irgend eines Zeitpunktes der Stundenellipse von dem ihm zugehörigen Standpunkte des Weisers, also den Zenithabstand der Sonne für diese Zeit (denn der Standpunkt des Weisers ist die Projection des Zeniths des Orts, irgend ein Punkt der

*) S. Anhang unter 1).

Stundenellipse aber die Projection des Standpunkts der Sonne für diese Zeit) und zieht durch diesen Punkt a eine zum Radius C H rechtwinkelige A a; so ist der Bogen H A, welchen diese und der Radius H C abschneidet, das Maß der Höhe der Sonne für jene Zeit.

Man sieht hieraus, wie man durch die Azimuthaluhr in Stand gesetzt wird, verschiedene astronomische Bestimmungen durch Construction oder geometrisch zu vollbringen; man sieht aber auch, daß die Azimuthaluhr fürs Geschäftsleben wegen der fortwährenden Veränderung des Weiserstandes weniger geeignet ist, als es die Uhren 1ster Klasse sind und mehr zu astronomischen Belustigungen dient, für diese aber auch den Vorzug hat, daß sie die wahre Zeit genauer als jede andere, die Aequinoctialuhr ausgenommen, anzeigt; denn bei der Azimuthaluhr wird die Schattenebene des Stiftes von einer rechtwinkeligen Ebene durchschnitten, bei den Uhren mit gegen die Uhrebene geneigtem Weiser aber ist dieser Durchschnitt, wenige Fälle ausgenommen, schiefwinkelig und es wird daher auch der Zeigerschatten für gleiche Zeigerstärken im ersten Falle viel schmäler sein, als im zweiten; denn eine materielle Ebene rechtwinkelig durchschnitten gibt den schmälsten Schnitt, schiefwinkelig hingegen einen breitern und zwar um so breiter, je schiefwinkeliger der Schnitt ist.

Das hier Gesagte gilt für alle Azimuthaluhren, da in demselben nichts als die Aequatorhöhe des Orts veränderlich ist und mit diesem schließen wir nun die 2te Klasse der Sonnenuhren oder die mit auf horizontalen Ebenen rechtwinkeligen oder durch den Zenith gehenden Weisern. Da die Sonnenuhren vorzüglich dazu bestimmt sind, die wahre Zeit zur Berichtigung unserer mechanischen Uhren anzuzeigen, welche Bestimmung sie fürs Geschäftsleben auch vollkommen erfüllen, sie aber wegen der Stärke des dabei angewendeten Ma-

terials die wahre Zeit nicht bis auf die kleinsten Zeittheile zeigen können, so hat man für Fälle, wo dies erforderlich ist, besondere Vorrichtungen erfunden, welche aber, da sie von Zeitmomenten abhängen, sich auch nur für diese Fälle eignen, die vorzüglichsten sind:

1) In der Decke eines von allen Seiten, die Nordseite ausgenommen, vollkommen gegen das Eindringen der Lichtstrahlen verschlossenen Raums bringe man eine kleine kreisrunde, scharfe Oeffnung an, bemerke vermöge eines spitzigen Loths den unter dem Mittelpunkte dieser Oeffnung genau lothrecht gelegenen Punkt des vollkommen ebenen Bodens und ziehe durch diesen Punkt auf die mehrerwähnte Weise die Mittagslinie. Jeden Mittag fällt nun auf diese durch jene Oeffnung ein kreisrunder Sonnenstrahl *), welcher durch den Augenblick, wo ihn die Mittagslinie halbirt, genau die wahre Culminationszeit der Sonne bestimmt. Um die Halbirung dieses Strahls sogleich zu erhalten, ziehe man zu jeder Seite der Mittagslinie eine parallele um den Radius der Oeffnung von ihr abstehende Linie, berührt nun die Peripherie des Lichtstrahls diese beiden Linien, so halbirt ihn die Mittagslinie. Je weiter die Oeffnung von dieser absteht, desto genauer oder deutlicher wird man die Verrückung des Strahlenkreises und also auch dessen Halbirung oder den wahren Moment des Mittags wahrnehmen, denn jene hängt von der Größe des Bewegungsradius, dem Abstande des Strahlenkreises auf der Grundfläche von der Oeffnung ab; je weiter aber ein Punkt, der sich um einen festen Punkt bewegt, von diesem absteht, um desto größer wird auch der Raum sein, den er in einer gewissen Zeit durchläuft.

*) Streng genommen, elliptischer Sonnenstrahl, wenn die Sonne nicht im Zenith des Orts steht.

2) Wie in der Decke, so kann man auch die Oeffnung in der vertikalen, dem Südpunkte zugekehrten Seitenwand anbringen und hat dann den Mittelpunkt derselben, ebenfalls vermöge eines Loths, auf dem vollkommen ebenen Boden des Behältnisses zu bestimmen und durch diesen die Mittagslinie zu verzeichnen. Im Uebrigen findet dasselbe statt wie in 1). Noch ist für beide Fälle zu bemerken, daß der Abstand der Oeffnung von der Mittagslinie von der Länge dieser letztern, oder umgekehrt diese von jenem abhängt, denn macht man diesen im Verhältniß zur Mittagslinie, zu groß, so wird der Strahlenkreis für den niedrigsten Stand der Sonne, anstatt auf die Mittagslinie über diese hinausfallen und daher nichts bestimmen. Dieser Abstand oder die Länge der Mittagslinie für eine angenommene Oeffnung C Fig. 36 ergibt sich sehr leicht aus Folgendem: Man ziehe eine gerade Linie B C als die lothrechte durch die Oeffnung, trage an selbige aus C den Winkel A C B = der Breite des Orts, beschreibe hierauf aus C das Analemma, von dem man jedoch nur die ♋ und ♑ Linie aufzutragen hat, so, daß seine p ♈ ♎ Linie in dem Schenkel C A liegt; trägt man hierauf von C aus auf B C den Abstand B C der Oeffnung vor der auf dem Boden bestimmten horizontalen Mittagslinie B D, und zieht durch B eine rechtwinkelige zu B C, nämlich B D; so schneiden die beiden Linien C ♑ und C ♋ auf B D die beiden Punkte ♋ und ♑ ab, in welche der Lichtstrahl der Oeffnung für den höchsten und tiefsten Stand der Sonne fällt, wodurch sich also für den Abstand B C der Oeffnung vom Boden die Länge der Mittagslinie ♑ ♋ B ergibt. Ganz gleich ist diese Bestimmung in Rücksicht der Oeffnung in der lothrechten Wand.

Die aus 1) und 2), so wie durch die Sonnenuhren bestimmte Zeit ist stets genau die wahre, da

wir nun aber unsere mechanischen Uhren nach mittlerer Zeit zu stellen pflegen, so hat man jene noch in diese zu verwandeln, wie dieses in folgendem Anhange gezeigt werden wird.

Anhang.

1) Erklärungen der auf pag. 1 bis pag. 130 vorkommenden Theile der mathematischen Geographie.

Unsre Erde ist zwar keine vollkommene Kugel, sondern durch die Centrifugalkraft (Fliehekraft, vermöge welcher sich ein Körper, der um einen festen Punkt gedreht wird, von demselben zu entfernen sucht und zwar je mehr, je größer sein Drehungsradius ist) an zwei Punkten abgeplattet und daher ein abgeplattetes Sphäroid; für unsre Betrachtungen, da jene Abplattung sehr klein ist, reicht es jedoch hin, sie als Kugel anzunehmen. Blicken wir auf derselben um und über uns, so scheint es uns, als wenn sie von einer großen concentrischen Kugel umgeben wäre, an deren Fläche sich die Himmelskörper befinden, die wir als Sterne erblicken; wir sehen, wie sich dieselben, wenige (die Planeten und Kometen) ausgenommen, ohne ihren gegenseitigen Stand zu verändern, um unsre Erde drehen; diese Kugel nennen wir nun die Himmelskugel, ihre Bewegung ist nur scheinbar und wird durch die tägliche jener scheinbaren entgegengesetzte Bewegung der Erde um sich selbst hervorgebracht. Betrachten wir Fig. 37 wechselsweise als

die Erd= oder Himmelskugel, in welchem letzteren Falle wir uns die Erde, in Rücksicht der Größe der Himmelskugel, nur als einen in deren Centrum C liegenden Punkt C zu denken haben und nehmen die beiden Punkte P, P′, welche mit C in gerader Linie liegen, als diejenigen an, um welche sich die Erde dreht; so sind dies ihre Pole und zwar ist der Europa zunächst gelegene der Nord=, der andere der Südpol und deren Verbindungslinie P P′ die Erdachse; denken wir uns dieselbe verlängert (die Erde in C), so sind die beiden Punkte P und P′, in welchen sie die Himmelskugel berührt, die Weltpole und zwar der dem nördlichen Erdpole gegenüberliegende der Weltnord=, der andere der Weltsüdpol und deren Verbindungslinie die Weltachse, welche mit der Erdachse zusammenfällt. Derjenige größte Kreis *) A ♈ Q ♎ A, welcher sowohl auf der Erd= als auch auf der Himmelskugel von beiden Polen gleichweit absteht, wird der Aequator (die Linie, der Gleicher) genannt, so wie ein jeder zu demselben parallele Kreis ♋ ♋, ♑ ♑ u. s. w. ein Parallelkreis, ferner ein jeder größte Kreis APQP′A oder DP′D′PD, welcher durch beide Pole und irgend einen Punkt S oder Z geht, der Meridian= oder Mittagskreis dieses Punktes, weil der Eintritt der Sonne in denselben (deren Culmination) den wahren Mittag des Orts, durch welchen er gelegt ist, bestimmt **). Man theilt den Aequator in 360 gleiche Theile (Grade [°]) und die Meridiane vom Aequator aus

*) Ein größter Kreis ist derjenige, dessen Ebene durch den Mittelpunkt der Kugel geht, der also diesen selbst zum Mittelpunkte hat.

**) Obere Culmination: Eintritt eines Gestirns in den mittägigen, untere Culmination: Eintritt desselben in den mitternächtlichen Theil des Meridians.

bis zum Pole in 90°, also ebenfalls in 360°, um dadurch die Lage der Orte oder Punkte zu bestimmen. Der Abstand eines Orts vom Aequator auf dem Meridian gemessen wird dessen geographische Breite, auf der Himmelskugel aber dessen Declination oder Abweichung genannt, die wie die Breite entweder südlich oder nördlich ist, je nachdem sich der Punkt auf der südlichen oder nördlichen Halbkugel (Hemisphäre) befindet; der Abstand eines Punktes aber von einem durch den willkührlich angenommenen 0 Punkt des Aequators gelegten ersten Meridian, auf dem Aequator gemessen heißt dessen geographische Länge. Da sich die Erde in 24^h einmal um ihre Achse, oder, wie es uns durch diese Bewegung vorkommt, die Sonne mit der Himmelskugel einmal um die Erde dreht, und also während dieser Zeit ein Punkt 360° durchläuft, so theilt man auch den Aequator in 24 gleiche Theile, Stunden, und bestimmt den Abstand eines Orts von einem andern, auf dem Aequator gemessen, auch durch Zeit und nennt denjenigen Theil desselben, wie z. B. D A, welcher den Abstand zweier Meridiane mißt, einen Stundenbogen und den Winkel z. B. A P D, welchen beide Meridiane bilden, den Stundenwinkel. Aus dieser Eintheilung ergibt sich, daß wenn die Sonne in dem einen Meridiane steht, sie noch oder schon so viel Zeit von dem des andern Orts abstehen muß, als der Stundenbogen zwischen beiden Meridianen Zeittheile enthält, denn dieser Bogen gibt die Zeit an, welche die Erde braucht, um die ihm gleichkommende Anzahl Grade u. s. w. des Aequators zu durchlaufen.

Zieht man durch irgend einen Punkt der Erdoberfläche z. B. Z und dem Mittelpunkte C eine gerade Linie bis in die Himmelskugel, so heißt der unserm Scheitel zugekehrte Punkt Z (Fig. 37 als die

Himmelskugel, C als die Erde betrachtet) der Scheitelpunkt (Zenith), derjenige aber, welcher unsern Füßen zugekehrt ist, N der Fußpunkt (Nadir) und die Linie ZN, welche die beiden Punkte verbindet, die Scheitel-, Vertikal- oder Lothlinie des Orts. Derjenige größte Kreis H ♎ R ♈ H, welcher vom Zenith und Nadir eines Orts gleichweit absteht, diese beiden Punkte also zu Polen hat, wird der Horizont dieses Orts genannt; ferner ein jeder größter Kreis A P Q P′ A oder S Z M′ N S, welcher durch den Zenith und Nadir geht, ein Scheitel-, Vertikal- oder Höhenkreis; irgend ein solcher fällt stets mit dem Meridiane des Orts zusammen, wie A P Q P′ A zeigt. Die Durchschnittslinie H R der Mittags- und Horizontalebene nennt man die Mittags- oder Süd-Nordlinie und den Punkt derselben, welcher dem höchsten Standpunkte der Sonne über dem Horizonte zugekehrt ist, Süd, den ihr entgegengesetzten aber Nord. Der Horizont und Aequator halbiren sich gegenseitig, denn sie sind beide größte Kreise, die beiden Punkte nun, in welchen sich dieselben durchschneiden, nennt man Ost und West und zwar erstern denjenigen, welcher dem Aufgangsorte der Sonne zugekehrt ist und letztern den entgegengesetzten. Die gerade Linie, durch welche man sich den West- und Ostpunkt verbunden denkt, die West-Ostlinie ist rechtwinkelig zur Mittagslinie und es theilt daher der Meridian und Aequator den Horizont in 4 gleiche Theile. Vom Südpunkte aus theilt man diesen wie den Aequator in 360° und die Vertikalkreise vom Horizont aus bis zum Zenith und ebenso bis zum Nadir in 90°, also ebenfalls in 360°, und nennt den Abstand M H irgend eines Punktes S vom Mittagskreise aus auf dem Horizonte gemessen, je nachdem er von demselben nach Ost oder West liegt, dessen östliches oder westliches Azimuth, den Win-

kel HCM oder HZM den **Azimuthalwinkel** und den Abstand eines Punktes S, vom Horizonte aus auf einem Vertikalkreis gemessen, dessen Höhe M, so wie den Abstand dieses Punktes vom Zenith, dessen **Zenithdistance**; ferner den Abstand PR oder P′H des Pols P oder P′ vom Horizonte die **Polhöhe** des Orts Z, welche der geographischen Breite AZ desselben gleich ist. Den Abstand des Weltpols P oder P′ vom Zenith Z des Orts nennt man dessen **Polzenithdistance** und den Winkel, welchen der Aequator mit dem Horizonte bildet, den der Bogen HA das mit dem Meridiane des Orts zusammenfallenden Vertikalkreises HZRNH mißt, die **Aequatorhöhe** des Orts; sie ist dessen Polzenithdistance gleich, denn diese und die Breite, aber auch die Breite und Aequatorhöhe ergänzen einander zu 90°; zieht man nun die Breite von 90° ab, so bleibt die Polzenithdistance, aber auch die Aequatorhöhe und daher sind beide gleich, da nun ferner Polhöhe und Polzenithdistance sich wiederum zu 90° ergänzen, die Polzenithdistance aber der Aequatorhöhe gleich ist, so muß auch die Polhöhe der Breite gleich sein.

Die 4 Punkte Ost, Süd, West und Nord nennt man die 4 **Cardinalpunkte** oder **Hauptweltgegenden**, die zwischen ihnen liegenden aber, die **Nebenweltgegenden**, welche nach jenen benannt werden. Man nimmt überhaupt 32 Weltgegenden an und theilt daher den Raum zwischen zwei Cardinalpunkten in 8 gleiche Theile, so daß also 7 Nebenweltgegenden zwischen dieselben zu liegen kommen. Wie deren Benennungen von den beiden sie einschließenden Cardinalpunkten abgeleitet werden, ergibt sich aus Folgendem.

Der Punkt, welcher von N. und W. gleich weit absteht, heißt N. W; derjenige, welcher von N. W. und N. und N. W. und W. gleichweit absteht, er-

sterer N. N. W., letzterer W. N. W.; ferner derjenige, welcher von N. N. W. und N. W., N. N. W. und N., W. N. W. und N. W., W. N. W. und W. gleichweit absteht, ersterer N. W. gen N., der andere N. gen W., der 3te N. W. gen W. und der letztere W. gen N.; und auf gleiche Art sind alle übrigen zwischen den andern Cardinalpunkten gelegenen Weltgegenden nach diesen benannt.

Außer der täglichen Bewegung der Erde von West nach Ost um ihre Achse und der dadurch erzeugten scheinbaren Bewegung der Sonne von O. nach W. um dieselbe, scheint sie uns noch eine andere — die jährliche Bewegung — zu haben, wir sehen nämlich, daß sie nach und nach ihren Stand gegen die übrigen Sterne verändert oder von einem zum andern fortrückt, dabei während der einen Hälfte des Jahres von Süd nach Nord auf= und in der andern von Nord nach Süd niedersteigt und daß sie nach $365\frac{31}{128}$ oder beinahe $365\frac{1}{4}$ Erdumschwingungen wieder in ein und dasselbe Sternbild tritt. Die Ursache dieser Erscheinung ist die Bewegung der Erde um die Sonne, erstere läuft nämlich, indem sie täglich ein Stück von West nach Ost fortrückt, in $365^d\ 5^h\ 48^m\ 45^s$ einmal um die Sonne und dadurch scheint es uns, als wenn diese, die beinahe im Mittelpunkte der elliptischen Bahn, welche die Erde um sie beschreibt, ohne eine andere Bewegung als die um ihre Achse ruht, von einem Sternbilde zum andern fortrücke. Diese scheinbare Sonnenbahn ♋ ♈ ♑ ♎ ♋ nennt man die Ekliptik; sie ist die eigentliche Erdbahn. Das Aufsteigen der Sonne gegen den Nordpol und ihr Niedersteigen von da zum Südpole wird durch die schiefe Lage der Ekliptik gegen den Aequator bewirkt, sie bildet nämlich mit diesem einen Winkel ♋ C A = ♑ C Q = ♋ ♈ A = ♑ ♈ Q von $23^\circ\ 27'\ 36''$ (im Jahre 1834), welcher alle Jahre um $\frac{1}{2}''$ ab-

nimmt und diesen nennt man die **Schiefe der Ekliptik**. Diese Schiefe der Ekliptik ist die Ursache der verschiedenen Jahreszeiten, so wie der kürzern oder längern Dauer der Sonnenbeleuchtung und der Abend- und Morgenweiten oder des veränderlichen Abstandes des Auf- und Untergangspunktes der Sonne vom wahren West- und Ostpunkte. Denken wir uns nämlich die Erde im nördlichsten Punkte ♋ ihrer Bahn, so werden die Strahlen der Sonne C auf die südliche Halbkugel der Erde mehr oder weniger senkrecht fallen, während sie die nördliche fast nur tangiren oder über sie hinstreichen und es wird daher auf der südlichen Halbkugel Sommer, auf der nördlichen Winter sein. Der Punkt ♑ der scheinbaren Sonnenbahn, in welchem wir die Sonne dann erblicken, heißt der **Winterpunkt**. Befindet sich aber die Erde in diesem, die Sonne also in dem demselben entgegengesetzten Punkte ♋, so wird, da nur in Rücksicht der Richtung der Sonnenstrahlen der entgegengesetzte Fall stattfindet, auf der nördlichen Halbkugel Sommer und auf der südlichen Winter sein und den Bewohnern der nördlichen Halbkugel die Sonne zugleich am höchsten stehen. Der Punkt des Himmels, in welchem wir sie dann erblicken, heißt der **Sommerpunkt**. Da die Sonne von diesem Punkte wieder niederzusteigen oder sich von Norden nach Süden zu wenden scheint und im Winterpunkte ein Gleiches entgegengesetzt stattfindet, so nennt man diese beiden Punkte auch die **Wendepunkte** (auch **Solstitien**- oder **Stillstandspunkte**, denn die Sonne scheint in denselben einige Zeit gleichsam still zu stehen) und zwar den Sommerpunkt den des Krebses, den Winterpunkt den des Steinbocks.

Beschreibt man durch die Wendepunkte zwei zum Aequator parallele Kreise ♋♋ und ♑♑, so sind dieses die **Wendezirkel** des Krebses und des Stein-

bocks. Denjenigen Punkt der Erd= oder scheinbaren Sonnenbahn, in welchem der Aequator dieselbe und zwar in dem Theile durchschneidet, in welchem die Sonne von Süd nach Nord aufzusteigen scheint, nennt man den **Frühlingspunkt**, so wie den andern demselben entgegengesetzt liegenden den **Herbstpunkt**; weil für den Stand der Sonne in ersterem auf der nördlichen Erdhalbkugel der Frühling, für ihren Stand im letzteren aber der Herbst eintritt. Für die südliche Halbkugel findet das Gegentheil statt.

Da sich die Erde parallel zu ihrem Aequator dreht und durch diese Bewegung ihre Bahn durchläuft, so wird die Sonne täglich um dieselbe einen zum Aequator parallelen Kreis beschreiben und dieser Kreis wird, je weiter die Sonne vom Aequator absteht, auch desto weiter von demselben abstehen. Beträgt die Aequatorhöhe A H eines Orts Z mehr als die Schiefe der Ekliptik A E, so wird der Horizont H R desselben alle diese Kreise wie ♋ ♋, ♑ ♑ u. s. w. durchschneiden, ist dieselbe aber kleiner, so wird dieses nicht der Fall sein. Den Bogen dieser Kreise nun, welcher sich über dem Horizonte des Orts befindet, nennt man den **Tagebogen**; weil er (wie der Aequator in Zeittheile zerlegt) die Länge des Tages oder die Anzahl Stunden angibt, welche sich die Sonne über dem Horizonte befindet. Je höher die Sonne über dem Horizonte in Rücksicht ein und desselben Orts stehet, desto länger wird auch die Sonnenbeleuchtung dauern, denn wir sehen, daß wenn sich die Sonne im ♋ befindet, der Tagebogen für Z und den Horizont H R, F ♋ B, für ihren Stand im ♑ aber nur F′ ♑ B′ beträgt. Steht die Sonne im Aequator, so ist der Tagebogen, welchen sie beschreibt, ein größter Kreis, denn er fällt mit dem Aequator zusammen; da nun der Aequator und Horizont sich gegenseitig halbiren, so wird für diesen

Stand der Sonne auf der ganzen Erde, die Pole ausgenommen, Tag und Nacht gleich sein, denn ein jeder Horizont, den der Pole ausgenommen, halbirt den Aequator; man nennt daher auch die beiden Punkte der Erdbahn, wo die Sonne im Aequator steht, jene also diesen durchschneidet, den Frühlings- und Herbstpunkt, nämlich die Aequinoctien oder Nachtgleichen. Die längere oder kürzere Dauer der Sonnenbeleuchtung in Rücksicht ein und derselben Zeit des einen oder andern Orts hängt von seiner Breite, oder was dasselbe ist, von dem Winkel H C A ab, welchen der Horizont mit dem Aequator bildet (dieser ist als Aequatorhöhe durch die Breite bedingt), je größer nämlich dieser Winkel, oder je kleiner die Breite ist, desto geringer ist der Unterschied zwischen Tag- und Nachtlängen und desto kürzer der längste Tag, denn je rechtwinkeliger der Horizont die Tagkreise durchschneidet, in desto gleichere Theile wird er dieselben zerlegen; ist z. B. s z der Horizont des Orts E, dessen Breite also A E und dessen Aequatorhöhe s A beträgt, so wird der Tagebogen des Tagekreises ♋, nur t E b, also nur t T und B b kleiner, als der des Orts z, dessen Breite A z und Aequatorhöhe H H betrug. Ist die Breite o, das heißt, liegt der Ort unter dem Aequator, so wird nach dem Obigen gar kein Unterschied zwischen den Tag- und Nachtlängen stattfinden; denn der Horizont für irgend einen Ort des Aequators durchschneidet alle zu denselben parallele Kreise rechtwinkelig und da er den Aequator halbirt, so halbirt er auch die zu denselben parallelen Tagekreise, es ist also unter dem Aequator stets Tag und Nacht gleich. Ist endlich die Breite des Orts 90°, das heißt, liegt derselbe in dem Pole, so wird seine Aequatorhöhe die kleinstmögliche nämlich 0° sein, also dessen Horizont mit dem Aequator zusammenfallen, es liegen daher alle Tage-

kreise zu demselben parallel und es muß folglich unter den Polen ein halbes Jahr lang Tag und ein halbes Jahr Nacht sein; denn die Sonne befindet sich beinahe eben so lange unter, als über*) dem Aequator (der Unterschied beträgt 8^D) und beschreibt daher fast eben so viel Tagekreise über als unter dem Horizonte der Pole.

Je länger an einem Orte der längste Tag ist, desto länger ist auch die längste Nacht, denn eben so lange als die Sonne am längsten Tage über dem Horizonte verweilt, wird sie am kürzesten Tage unter demselben verweilen, da sie sodann eben so tief unter dem Aequator steht, als sie am längsten Tage über demselben stand und es wird daher die Sonne am kürzesten Tage zu der Zeit auf- und untergehen, zu welcher sie am längsten unter- und aufging (die Zeiten entgegengesetzt genommen). Man sieht hieraus, warum man bei den Beleuchtungsscalen nur die Auf- und Untergangszeiten für die eine Hälfte des Jahres zu bestimmen hat, um sogleich dadurch auch die der andern zu erhalten.

Zur Bestimmung der Punkte der Erde, von welchen an die Sonne 24^h über dem Horizonte bleibt oder der längste Tag 24^h währt, beschreibt man im Abstande von 23° 27′ 36″ (fürs Jahr 1834), also gleich der Schiefe der Ekliptik, von jedem der Pole aus einen Kreis z p und s p′ Fig. 37 und nennt diese Kreise die Polarzirkel und unterscheidet den nördlichen und südlichen Polarzirkel. In allen Punkten nun, welche in einem dieser Kreise liegen, währt der längste Tag 24^h; denn die Horizonte aller dieser Punkte fallen mit der Ekliptik zusammen, weil ihre Aequatorhöhe der Schiefe der Ekliptik gleich ist und die Wendezirkel die Tagebogen für den höchsten und

*) Für nördliche Breiten.

tiefsten Stand der Sonne die Ekliptik nicht durchschneiden, sondern sie nur in einem einzigen Punkte berühren, also der längste Tag, so wie die längste Nacht 24^h währt.

Für alle zwischen einem Polarzirkel und einem Pole gelegenen Punkte geht die Sonne für längere oder kürzere Zeit, je nach der Entfernung desselben vom Pole, in dem einen Theile des Jahres nicht unter und im andern nicht auf.

Da die Sonne im Aequator im wahren Ostpunkt ♈ auf- und im wahren Westpunkt ♎ untergeht, sie sich aber nach und nach vom Aequator entfernt, so können auch ihre Auf- und Untergangspunkte nicht dieselben bleiben, sondern sie werden sich von dem wahren Ost- und Westpunkte während der einen Hälfte des Jahres, in welcher sich die Sonne auf der nördlichen Halbkugel befindet, nach Nord, während der andern aber nach Süd zu von jenen Punkten entfernen, wie man aus Fig. 37 ersieht, wo T der Aufgangspunkt der Sonne für ihren Stand im Krebs und den Horizont H R des Orts Z, T′ aber derselbe für den Steinbock, B den Untergangspunkt für erstern, B′ derselbe für letztern Stand ist. Den Abstand des Aufgangspunktes T oder T′ der Sonne vom wahren Ostpunkte ♈, also T ♈ oder T′ ♈ nennt man die Morgenweite, den Abstand ihres Untergangspunktes B oder B′ vom wahren Westpunkte ♎ aber die Abendweite.

Um die scheinbare Bewegung der Sonne und ihren Standpunkt zu bestimmen, theilt man den Aequator der Himmelskugel von dem Frühlingspunkte ♈ aus in 24 gleiche Theile, Stunden, und nennt die scheinbare Bewegung der Sonne, in Rücksicht auf den Aequator, ihr Fortrücken auf demselben von jenem Anfangspunkte aus ihre gerade Aufsteigung (*ascension*), und ihren Abstand vom Aequator

auf einem Meridian oder **Declinationskreis** gemessen, ihre **Abweichung** (*declination*) und zwar ihre nördliche oder südliche, je nachdem sie sich nördlich oder südlich vom Aequator befindet. Wie den Aequator theilt man auch die Ekliptik vom Frühlingspunkte ♈ aus in 360° und nennt den Abstand der Sonne, vom ♈ aus auf dieser gemessen, die **Länge** der Sonne. 10° nördlich und 10° südlich von der Ekliptik denkt man sich auf der Himmelskugel zwei zu jener parallele Kreise F G und J L beschrieben, und hat den Raum, welchen sie einschließen, mit 12 Sternbildern besetzt, den man vorzüglich Namen von Thieren beigelegt hat, weshalb man diesen Gürtel den **Thierkreis** (*Zodiacus*) nennt. Einem jeden dieser Sternbilder hat man einen gleichen Raum zugetheilt, so daß, da die Ekliptik 360° enthält, auf jedes der 12 Sternbilder 30° kommen. Als erstes Sternbild nimmt man dasjenige an, in welchem sich die Sonne befindet, wenn sie im Frühlingspunkte im Aequator steht und nennt es

	Widder	♈	Frühlingszeichen.
nach diesem folgt der	Stier	♉	
dann	Zwillinge	♊	
	Krebs	♋	Sommerzeichen.
	Löwe	♌	
	Jungfrau	♍	
	Wage	♎	Herbstzeichen.
	Scorpion	♏	
	Schütze	♐	
	Steinbock	♑	Winterzeichen.
	Wassermann	♒	
	Fische	♓	

Die Zeichen von ♈ bis ♎ liegen in dem nördlichen Theile des Thierkreises, die andern in dem südlichen, und es gehören für die nördliche Halbkugel die 3 ersten Zeichen dem Frühling, weil, wenn die Sonne

sich in denselben befindet, für die nördliche des Krebswendezirkels gelegenen Erdstriche Frühling ist. Tritt die Sonne in Krebs, so steht sie für dieselben am höchsten und es beginnt der Sommer, welchem wie dem Frühling 3 Zeichen zugehören. Hat die Sonne diese scheinbar durchlaufen, so rückt sie wieder in den Aequator und zwar in den Herbstpunkt der Wage, hier beginnt der Herbst, welcher währt, bis die Sonne abermals 3 Zeichen durchlaufen hat und in den südlichsten Punkt der Ekliptik, den Winterpunkt, Steinbock, tritt; hier hat sie für die Bewohner der nördlichen Erdhalbkugel ihren niedrigsten Stand erreicht und es beginnt daher für dieselbe der Winter, dieser währt, bis sie wieder in das Zeichen Widder, den Aequator tritt, also ebenfalls 3 Zeichen durchlaufen hat.

Die beiden zur Ekliptik parallelen Kreise, welche den Thierkreis begrenzen, wurden darum gezogen, weil zwischen denselben die Bahnen aller uns bekannten Planeten unsers Sonnensystems liegen und daher auch alle durch diese beweglichen Himmelskörper hervorgebrachten Ereignisse und Veränderungen statt haben, zu deren Ortsbezeichnung uns die 12 Thierzeichen dienen.

2) Erklärungen der von pag. 1 bis 130 vorkommenden Theile der krummlinigen Geometrie.

1. Parabole nennt man eine krumme Linie **MAK** Fig. 38, die so zwischen einem Punkte p und und einer Linie **LD** liegt, daß ein jeder Punkt derselben von diesem p und der Linie **LD** gleichweit absteht. Mechanisch construirt man dieselbe, indem man an der Linie **LD** ein Lineal befestigt, an dieses einen rechten Winkel **lik** von beliebiger Größe an-

legt, sodann in p und an dem Winkel, z. B. in k einen Faden von der Länge i k, um welche k von L D absteht, befestigt und denselben mit einem Bleistift so anspannt, daß er an dem Winkel anliegt, wie p d k zeigt, hierauf den Winkel von L nach D vorschiebt und die Linie verzeichnet, welche der angespannte Faden bestimmt. Verrichtet man dieses Verfahren auf der einen wie auf der andern Seite von p, so erhält man die Parabole. Genauer läßt sich dieselbe geometrisch durch Bestimmung einzelner Punkte, welche man durch eine krumme Linie verbindet, wie folgt, verzeichnen: Zuerst ziehe man zu der Linie L D eine rechtwinkelige B C, trage von B aus auf dieselbe den Abstand B p des Punktes p von D L, halbire diesen Abstand und bemerke den Halbirungspunkt A, ziehe zwischen A und C mehrere zu L D parallele Linien a a, b b u. s. w., fasse hierauf deren Abstände von L D, nämlich B a', B b' u. s. w. nach und nach in den Zirkel, setze denselben in p ein und durchschneide mit diesen Eröffnungen die denselben zugehörigen Linien a a, b b u. s. w. zu beiden Seiten des Punktes p, so geben die Durchschnittspunkte a a. b b u. s. w. durch eine krumme Linie verbunden, die Parabole, denn ein jeder Punkt a a, b b u. s. w. derselben steht dann eben so weit von p als D L ab.

Man nennt in der Parabole L D die Leitlinie, Directionslinie (der Sehnen a a, b b u. s. w.), p den Brennpunkt, dessen Abstand B p von der Leitlinie, welcher die Parabole bestimmt, den halben Parameter, A den Anfangspunkt oder Scheitel, A C die Achse, d p einen Fahrstrich, die Abstände A a', A b' u. s. w. Achsenabscissen und die Hälften a a', b b' u. s. w. der durch die Abscissen bedingten Achsensehnen, a a u. s. w. Ordinaten und die durch den Brennpunkt gelegte Achsensehne J K den Parameter, denn diese ist gleich 2 p B.

Ist uns die Parabole gegeben, der Brennpunkt und die Leitlinie aber unbekannt, so finden wir dieselben, wenn wir in der Parabole zwei parallele Sehnen LM und NO ziehen, beide halbiren und die Halbirungspunkte durch eine gerade Linie FG verbinden, durch den Durchschnittspunkt E der Linie GF und der krummen Linie eine zu GF rechtwinkelige EL bis in die krumme Linie ziehen, selbige halbiren, durch den Halbirungspunkt x eine zu GF parallele Linie legen, diese ist sodann die Achse BC und der Punkt A, in welchem sie die krumme Linie durchschneidet, der Scheitel; ziehen wir ferner durch E eine zu PM oder ON rechtwinkelige EH bis in die Achse, so ist xH der Theil, welchen sie von x aus auf der Achse abschneidet, der halbe Parameter; tragen wir nun die Hälfte desselben zu beiden Seiten des Scheitels auf die Achse, so erhalten wir dadurch den Brennpunkt p und den Punkt B, durch welchen die zur Achse rechtwinkelige Leitlinie zu legen ist. Durch dieses Verfahren können wir eine jede krumme Linie prüfen, ob sie eine Parabole ist oder nicht, was zur Untersuchung der Richtigkeit der parabolischen Thierkreislinien dient.

2. Ellipse nennt man eine in sich selbst zurückkehrende krumme Linie Fig. 39, die so um zwei Punkte p und p' gelegt ist, daß die Summe der Abstände derselben von irgend einem Punkte der krummen Linie stets gleich bleibt. Sind zur Verzeichnung der Ellipse die beiden Punkte p und p' und die Linie AB gegeben, so läßt sie sich mechanisch folgendermaßen construiren: Man befestige in den beiden Punkten p und p' (vermöge feiner Nadeln) einen Faden von der Länge AB, spanne denselben in A oder B mit einem Bleistifte an und verschiebe denselben, den Faden immer anspannend, wie p D p' zeigt, von A nach B, hierauf lege man den Faden auf die andere

Seite von A B und wiederhole dasselbe Verfahren, so erhält man die Ellipse A D B E A; denn ein jeder Punkt derselben steht dann von p und p' um A B ab. Geometrisch lassen sich mehrere Punkte, welche durch eine krumme Linie vereinigt die Ellipse geben, aus den beiden Punkten p und p' und der Linie A B oder dieser und E D folgendermaßen finden: Ist A B und E D gegeben, so halbire man A B, ziehe durch den Halbirungspunkt C eine zu A B rechtwinkelige, trage auf diese zu jeder Seite von C $\frac{ED}{2}$, fasse A C = B C in den Zirkel, setze denselben in E oder D ein und durchschneide mit dieser Eröffnung die Linie A B zu beiden Seiten von C; so erhält man die beiden Punkte p p'; nun beschreibe man aus p mehrere Kreisbogen e', d', c', b', a' und aus p' mit denselben Radien die Kreisbögen e, d, c, b, a, trage deren Radien von A oder B aus auf A B, wodurch sich die Punkte i, h, g, f u. s. f. bestimmen; hat man dieselben von B aus aufgetragen, so fasse man deren Abstände von A aus nach und nach in den den Zirkel und durchschneide damit diejenigen Kreisbögen, deren Radien sie zu A B ergänzen und zwar aus dem ihnen entgegengesetzten der beiden Punkte p und p', z. B. mit A i aus p', d' und aus p, d, so erhält man dadurch die Punkte a', b', c', d', a, b, c, d, welche, durch eine krumme Linie verbunden, die Ellipse geben; denn alle Punkte a', b' u. s. w. derselben stehen sodann von p und p' um A B ab.

Man nennt in der Ellipse A B die **große Achse**, deren Halbirungspunkt C den **Mittelpunkt**, die sie in diesem rechtwinkelig durchschneidende Linie D E **die kleine Achse**, die Punkte A und B die **Scheitel**, so wie die Punkte p p' die **Brennpunkte**, deren Abstand vom Mittelpunkte p C = p' C die **Excentricität**; eine aus irgend einem Punkte der Ellipse

in einem Brennpunkt gezogene Linie p d oder p' d einen Fahrstrich und eine jede Linie P S oder G H eine Sehne.

Eben so wie wir aus den beiden Achsen oder einer Achse und den Brennpunkten die Ellipse construirten, können wir auch umgekehrt aus der Ellipse diese Punkte und Linien finden. Zieht man nämlich in derselben zwei parallele Sehnen G H und J K, halbirt dieselben und verbindet die Halbirungspunkte L und M durch eine gerade Linie N O, so geht dieselbe durch den Mittelpunkt C, welcher sich durch ihren Halbirungspunkt ergibt. Beschreibt man mit einem Radius, welcher kleiner als A C, aber größer als C D ist, aus C einen Kreis, verbindet die neben einander liegenden Durchschnittspunkte P und Q, P und S, S und R durch gerade Linien P Q, P S, zieht durch C zu denselben zwei rechtwinkelige Linien A B und D E, so ist erstere die große, letztere die kleine Achse und vermöge diesen lassen sich die Brennpunkte finden und durch diese nach den gegebenen Constructionen die Ellipse prüfen. Auf diese Art können wir jede krumme Linie untersuchen, ob sie eine Ellipse ist oder nicht.

3. Hyperbole heißt diejenige krumme Linie Fig. 40, welche so zwischen zwei Punkten p und p' liegt, daß die Differenz der Abstände eines jeden Punktes derselben von diesen beiden Punkten stets gleich bleibt.

Ist die Lage der 3 Punkte p, A und p', oder was dasselbe ist, p, B und p' gegeben, so kann man dieselbe folgendermaßen mechanisch verzeichnen. Man befestige in dem Punkte p oder p' ein Lineal so, daß es sich um diesen Punkt drehen, dabei aber mit einer seiner Kanten an die durch p und p' führende gerade Linie F G anlegen läßt; befestige in einem Punkte dieser Kante z. B. J und dem Punkte p einen Fa=

den von der Länge J p' weniger A B, spanne diesen Faden mit einem Bleistift an dem Lineale an wie L M p zeigt und verrücke den Bleistift, den Faden immer egal anspannend, von H nach A und auf gleiche Weise von J nach A, so erhält man die Hyperbole H A J. Da sich die Hyperbole K B L eben so aus p, wie H A J aus p' construiren läßt, so sind beide vollkommen gleich und man sieht, daß sich aus den 4 Punkten p, A, B, p' stets zwei einander gegenüberliegende Hyperbolen verzeichnen lassen.

Geometrisch construirt man dieselbe, indem man aus p' mehrere Kreisbögen a, b, c, d beschreibt, die Radien derselben von B aus auf B F trägt, die Abstände der dadurch erhaltenen Punkte g, h, i von A nach und nach in den Zirkel faßt, denselben in p einsetzt und damit die Kreisbögen durchschneidet, deren Radien die im Zirkel gefaßten Abstände zu A B ergänzen; also mit A G den Kreisbogen a, mit A h, b u. s. w.; verbindet man die dadurch erhaltenen Punkte a, b, c, d, A durch eine krumme Linie, so ist diese eine Hyperbole; denn die Differenzen a p' — a p, b p' — b p u. s. w. der Abstände aller Punkte a u. s. w. von p und p' sind einander gleich, nämlich A B.

In der Hyperbole nennt man die Linie A B (die beständige Differenz) die erste Achse; die in deren Verlängerung liegenden Punkte p und p' die Brennpunkte, den in der Mitte derselben liegenden Punkt C den Mittelpunkt, den Abstand p C = p' C der Brennpunkte von diesem die Excentricität; die Punkte A und B die Scheitel, eine jede Linie p a oder p' a aus einem Brennpunkte in die Hyperbole einen Fahrstrich. Zieht man durch den Mittelpunkt C eine zu A B rechtwinkelige Linie D E, fasset hierauf p C = p' C in den Zirkel, setzt denselben in A oder B ein, durchschneidet damit D E; so ist die dadurch bestimmte Linie D E die zweite Achse.

zieht man durch den Scheitelpunkt B oder A eine rechtwinkelige Linie D′E′ gleich der zweiten Achse durch B halbirt, verbindet D′ und E′ mit C durch gerade Linien CU und CV; so werden sich diese der Hyperbole immer mehr nähern, sie aber erst in einer unendlichen Entfernung berühren; man nennt diese beiden Linien Assymptoten.

Diese hier unter 1, 2 und 3 beschriebenen Linien werden Kegelschnittlinien genannt, weil sie, wie wir pag. 38 gesehen haben, entstehen, wenn man einen Kegel auf die daselbst beschriebene Weise durchschneidet. Da nun die Thierkreislinien Kegelschnittlinien sind und der einen oder andern der hier angegebenen 3, oder der vierten, dem Kreise angehören, so würden wir auch durch die hier angegebenen Constructionen dieser Linien in Stand gesetzt sein, die Richtigkeit der Thierkreislinien zu prüfen, wenn wir uns deren Achsen, Brennpunkte und Scheitel vermöge dem für die Kegelschnittlinien Gesagten bestimmen und durch diese ihre Form untersuchten, wodurch sich ergibt, ob sie die durch die Lage der Uhrebene gegen die Aequatorebene bedingten Kegelschnittlinien sind. Indessen bietet sich uns dazu noch eine andere Methode dar, durch welche wir dieses mit noch größerer Leichtigkeit thun können und die zugleich das von pag. 37 bis 46 Gesagte weiter erläutert und uns in Stand setzt, die Thierkreislinien auf noch kürzerem und für manche Fälle sichererm Wege zu verzeichnen, als bei den Uhren gezeigt wurde.

Tragen wir uns nämlich die Schattenkegel auf, welche der Uhrweiser in den Tagen bildet, wo sich die Sonne in dem einen oder andern der 12 Sternbilder des Thierkreises befindet, wie Fig. 41 zeigt und wie dieses bei Fig. 14 beschrieben wurde, so können wir vermöge derselben die Thierkreislinien auf einer jeden Ebene, deren Lage gegen die Erdachse dem

Uhrweiser bekannt ist, unmittelbar durch die Construction der Kegelschnittlinien auftragen und zwar folgendermaßen. Man trage von der Spitze p jener Schattenkegel, welche also der die Thierkreislinien beschreibende Punkt p des Uhrweisers ist, auf die Achse p D oder p B der Kegel den Abstand des Befestigungspunktes des Uhrweisers auf der Uhrtafel von dem beschreibenden Punkte p, also den auf den Uhren mit J p bezeichneten Theil des Weisers; aus dem dadurch bestimmten Punkte J oder J' trage man an J D oder J' D den Winkel, welchen die Uhrebene mit dem Weiser (der Erdachse) bildet, welcher den Winkel der Uhr- und Aequatorebene zu 90° ergänzt, also stets 90° weniger diesem, und daher durch das bei den Uhren über diesen Gesagte stets bestimmt ist. Verlängert man den nicht in der Achse der Kegel gelegenen Schenkel dieses Winkels bis in die Grundflächen A B und H K derselben, so gibt er die Uhrebene und es ist daher ihre Lage gegen die Schattenkegel bestimmt. Da wir nun aus der Lehre von den Kegelschnitten wissen, welche Lage die Durchschnittsebene haben muß, wenn die Kegelschnittlinien Parabolen, Hyperbolen, Ellipsen oder Kreise sein sollen, so können wir umgekehrt durch Fig. 41 sogleich ersehen, was sämmtliche Thierkreislinien für die gegebene Lage der Uhrebene gegen den Weiser für Kegelschnittlinien sind und sie nach diesem auf die Uhren verzeichnen.

Ist nun E M Fig. 41 die Uhrebene, so sieht man, daß, da die Punkte a, a', a'' u. s. w., in welchen dieselbe die Mantelflächen (Außenflächen) der Kegel in dem geringsten Abstande von ihrer Spitze p durchschneidet, die Scheitel der Durchschnittslinien sind, wie Fig. 15 Tab III. deutlich zeigt, ihre Achse durch die Achse P D der Kegel und dieser Scheitelpunkte geht (Fig. 15) und in der Durchschnittsebene E M liegt; E M daher die Achse der Kegelschnitt-

oder Thierkreislinien der Ebene E M gibt und J' a, J' a', J' a″ u. s. w. die Abstände der Scheitelpunkte a, a', a″ u. s. w. von dem Befestigungspunkte J' des Weisers auf der Uhr sind. Da nun A Q die Aequator-, aber auch die Schattenebene ist, welche der Punkt p für den Stand der Sonne in ♈ und ♎ beschreibt, deren Durchschnitt a″ mit der Uhrebene E M, und so mit allen übrigen, oben eine gerade Linie ist, welche rechtwinkelig zur Achse der Kegelschnittlinien liegt, so wird auch eine durch den Befestigungspunkt J' des Weisers auf der Uhr rechtwinkelig zur Durchschnittslinie der Uhr- und Aequatorebene (bei den Uhren H H'), also auch der ♈ ♎ Linie gezogene Linie, die Achse aller Thierkreislinien und J' a, J' a' u. s. w. werden die Abstände ihrer Scheitel vom Befestigungspunkte J' sein.

Da zur Construction einer jeden Kegelschnittlinie nur deren Scheitel und Brennpunkte gegeben zu sein brauchen, so hat man nur diese zu bestimmen, um die Thierkreislinien auftragen zu können; diese finden sich oben und zwar:

1. für die Parabole. Liegt E M der Uhrebene parallel zu C' p, oder, was dasselbe ist, der Winkel y, den sie mit der Aequatorebene bildet, gleich w, so wird ihr Durchschnitt mit dem Schattenkegel C p C' eine Parabole sein. Trägt man nun den Abstand E C der Uhrebene E M (für die Entfernung p J' des beschreibenden Punktes p vom Befestigungspunkte J' des Weisers auf der Uhr E M) von einer auf der Mantelfläche des Kegels C p C' gezogen gedachten, zu E M parallelen Linie p C, auf einem Diameter C C' desselben gemessen, von p aus auf p C und p C', indem man p t = p t' = E C macht, zieht durch die Punkte t und t' einen Durchmesser t t', so gibt dieser den Parameter der Parabole des Kegels C p C', seine Hälfte also den Abstand des Brennpunktes von

der Leitlinie; sein Viertel den Abstand des Scheitels von ersterem und letzterer. Trägt man nun $\frac{1}{4}$ t t' von A Fig. 42, dem Scheitel der Parabole aus (A J, p J und P J B Fig. 42 = a J', p J' und p J' a Fig. 41) gegen den Weiser, indem man $\frac{tt'}{4}$ = A p' Fig. 42, so wie A p' von A aus auf A B, indem man A p' = A B macht, so ist p' der Brennpunkt und B derjenige, durch welchen die zur Achse B C rechtwinkelige Leitlinie L D zu legen ist. Aus diesen kann man die Parabole sowohl mechanisch als geometrisch verzeichnen, wie dies für Fig. 38 gezeigt wurde. Insofern nun B C, Winkel P J B und J p Fig. 42 = G E, Winkel P J C und J p Fig. 12 Tab. III. ist, wird M A N Fig. 42 die Thierkreislinie ♋♋ Fig. 12 sein.

2. Für die Hyperbole. Insofern für E M y = w, w aber größer als v und als u ist, werden die Durchschnitte der Uhrebene E M mit den Schattenkegeln B' p B'', A p B und den correspondirenden H p K u. s. w. Hyperbolen sein (pag. 38). Zieht man durch die Spitze p zweier correspondirenden, also von A Q gleichweit abstehenden Schattenkegel A p B und H p K, Fig. 41, eine zur Uhrebene E M parallele C L, trägt den Abstand a' a''' der Punkte a' a''', in welchen die Uhrebene die Mantelfläche dieser beiden Kegel im kürzesten Abstande von p durchschneidet, im Abstande J' a' gleich J A Fig. 43 und 44 vom Befestigungspunkte J des Weisers J P aus auf die zur Durchschnittslinie der Uhr- und Aequatorebene rechtwinkelige B C, indem man A B = a' a''' macht, bemerkt den Halbirungspunkt C von A B Fig. 43 und 44, so ist dieses der Mittelpunkt in Rücksicht der Scheitel A und B der Hyperbolen Fig. 43 und 44 und daher die durch diese beiden Punkte gehende Linie B G die erste Achse. Zieht man in einem

willkührlichen Abstande von der Spitze der Kegel Fig. 41 einen Durchmesser o o′ und q q′, beschreibt aus den Mittelpunkten m″ und m^{IV} derselben zwei Viertelkreise o o″ m″ und q q″ m^{IV}; zieht aus den Punkten d″ und d^{IV}, in welchen jene Durchmesser die zur Uhrebene E M parallele C L durchschneiden, zu jenen rechtwinkelige Linien d″ i‴ und d^{IV} i^{IV} bis in die sie umschließenden Kreise, trägt die Abstände d″ p und d^{IV} p jener Durchschnittspunkte von p, erstern von C Fig. 43 gegen den Befestigungspunkt J des Weisers, letztern gerade entgegengesetzt, indem man d″ p und d^{IV} p Fig. 41 = C G Fig. 43 und 44 macht; zieht durch G zu p p′ rechtwinkelige Linien F E, trägt auf dieselben von G aus Fig. 43 d″ i‴ Fig. 44 d^{IV} i^{IV}, indem man G E = G F Fig. 43 = d″ i‴ und = d^{IV} i^{IV} Fig. 44 macht; verbindet die dadurch bestimmten Punkte E, F mit C durch gerade Linien, so sind diese die Assymptoten der zu verzeichnenden Hyperbolen. Zieht man durch deren Scheitelpunkt A eine zu ihrer Achse A B rechtwinkelige A D bis in die Assymptoten, so ist diese = der halben zweiten Achse; zieht man ferner durch C eine zur ersten Achse rechtwinkelige C D′ und macht C D′ = A D, so erhält man die halbe zweite Achse C D′; trägt man A D′ von C aus zu beiden Seiten desselben auf die verlängerte erste Achse, indem man C p = C p′ = A D′ macht, so erhält man die Brennpunkte p und p′ und kann vermöge derselben und der Scheitelpunkte A und B die Hyperbolen L A K Fig. 43 und 44 construiren, wie dies Fig. 40 gezeigt wurde.

Da für die beiden Kegelschnittlinien Fig. 43 und 44, welche durch ein und denselben Schnitt durch zwei correspondirende Kegel entstanden sind, sowohl die ersten Achsen a′ a‴ Fig. 41 = A B Fig. 43 und 44, als auch die Assymptotenwinkel E C F = E C F sind, so müssen auch die beiden Kegelschnitte

Fig. 43 und 44 einander vollkommen gleich sein; denn zu gleichen ersten Achsen und gleichen Assymptotenwinkeln gehören auch gleiche zweite Achse und gleiche Excentricitäten und also auch gleiche Kegelschnittlinien, und es werden daher alle von ♈ ♎ gleichweit abstehende südliche und nördliche Zeichen auch vollkommen gleichen Kegelschnitt- oder Thierkreislinien angehören. Man sieht also, daß sich die Kegelschnittlinie Fig. 44 des mit A p B correspondirenden obern Kegels H p K zugleich durch Fig. 43 bestimmt und man dieselbe findet, wenn man zu dieser durch den andern Scheitelpunkt B aus den beiden Brennpunkten p p' die zweite Hyperbole construirt, wodurch sich zugleich ergibt, daß die Kegelschnitte der correspondirenden untern und obern Schattenkegel eine entgegengesetzte Lage haben, mit ihren Scheiteln einander zugekehrt sind. Ist der Winkel R J D Fig. 41, welchen die Uhrebene K R mit dem Weiser J p bildet, kleiner als A p D, B' p D und C p D, oder was dasselbe ist, z größer als u, v und als w, so werden alle Thierkreislinien Hyperbolen sein (pag. 38) und sich ganz auf die vorbeschriebene Art durch die Linie F G, die Viertelkreise o o'' m', g'' n' m', g' l' m' oder q q'' m^{IV}, r r' m^{IV}, s s' m^{IV} und die Perpendikel d''' k', d''' i'', d''' i' oder d^{V} k'', d^{V} k''', d^{V} k^{IV} und die Scheitelabstände b b''', b' b'' bestimmen lassen, wie sich aus Fig. 45 und 46 ergibt, welche den Kegeln C p C' B' p B'' angehören, und in welchen A B Fig. 45 C G und E G = b b''', d''' p und d''' i' Fig. 41 und A B Fig. 46, C G, und E G = b' b'', p d''', d''' i'' ist, die also die Thierkreislinien ♋ ♋ und ♉ ♊ für die Uhrebene K R, den Befestigungspunkt J, des Weisers auf derselben und den Abstand J p des die Thierkreislinien beschreibenden Punktes p von J geben.

3. Für die Ellipse. Ist der Winkel N J'' D

Fig. 41, welchen die Uhrebene N O mit ihrem Weiser J'' P bildet, größer als C p D, B' p D und A p D, oder was dasselbe ist, x kleiner als u, v und als w, so sind deren Durchschnitte mit den Kegeln, für welche dieses der Fall ist, Ellipsen (pag. 38). Da c c'' und c' c''' die Scheitel der Ellipsen sind (Fig. 15 Tab. III.), so sind c c'' und c' c''' die beiden großen Achsen derselben; theilt man nun eine jede in 2 gleiche Theile, zieht durch die Theilungspunkte d' und d zwei zur Achse der Kegel rechtwinkelige Linien, also Durchmesser, und zwar den durch d' gelegten, also g h, bis in den zu c und c'' gehörigen Kegel, den andern durch d gelegten, also e f, bis in den Kegel von c' c''', beschreibt hierauf aus den Mittelpunkten m'' und m' dieser Durchmesser mit den Radien m'' g und m' e die Viertelkreise g l m'' und e m' n, zieht aus d' eine zu g h rechtwinkelige Linie, bis in erstern, aus d eine zu e f rechtwinkelige bis in letztern; so erhält man die Linien d' i und d k oder die kleinen Halbachsen der beiden Ellipsen und zwar d' i als die der Ellipse c c'', und d k als die der Ellipse c' c'''. Trägt man nun die kleinern Abstände J'' c und J'' c' der Scheitel c c' vom Befestigungspunkte J'' des Weisers J'' P auf der Uhrebene nach der Himmelsgegend hin, welcher die Spitze des Weisers zugekehrt ist, wie dieses Fig. 41 bedingt, auf die zur Durchschnittslinie der Aequator- und Uhrebene und durch J gehende rechtwinkelige A B Fig. 47 und 48, indem man A J'' Fig. 47 = J'' c' und A J'' 48 = J'' c Fig. 41 und A B = c' c''' und c c'' macht, so erhält man die beiden großen Achsen A B und die Lage der Scheitelpunkte A und B gegen J'' Fig. 47 und 48. Halbirt man erstere, zieht durch den Halbirungspunkt C eine zu A B rechtwinkelige D E, trägt auf selbige von C aus zu beiden Seiten von A B die zu diesem gehörigen halben kleinen Achsen, indem man

C E = C D Fig. 47 = d K und C E = C D Fig. 48 = d' e Fig. 41 macht, so hat man die Lage der beiden Achsen gegeben (A B und D E), aus welchen sich sodann die Brennpunkte p p nach Fig. 39 und vermöge diesen die Ellipsen A D B E Fig. 47 und 48 construiren lassen, welche, da B' p B'' und C p C' Fig. 41 der Schattenkegel für den Stand der Sonne im ♌ und ♊ und im ♋ sind, die Thierkreislinien ♌ ♊ und ♋ auf der Uhrebene N O für den Befestigungspunkt J'' des Weisers J'' P auf der Uhr, und den Abstand J'' p des beschreibenden Punktes p von J'' geben. Durchschneidet die Uhrebene die Achse der Kegel rechtwinkelig, ist die Uhr also eine Aequinoctialuhr, so sind alle Kegelschnitte, also alle Thierkreislinien auf derselben Kreise (pag. 38). Ist nun p m' der Abstand des die Thierkreislinien beschreibenden Punktes p vom Befestigungspunkte m' des Weisers m' P auf der Uhrebene, so sind m' o, m' g'', m' g', die Radien der Kegelgrundflächen, für diesen Abstand von deren Spitze, die Radien der Kreise, welche, aus dem Mittelpunkte der Aequinoctialuhr beschrieben, deren Thierkreislinien geben.

Liegt die Uhrebene zum Weiser parallel, wie bei allen Polaruhren, durchschneidet also die Schattenkegel Fig. 41 parallel zu ihrer Achse P D, so sind alle Schnitte und daher die Thierkreislinien der Polaruhren Hyperbolen (pag. 38). Trägt man den Abstand des Weisers von der Uhrtafel von D aus auf D B oder A D und zieht durch denselben eine zu P D der Kegelachse (dem Uhrweiser) parallele Linie, so bestimmt diese die Lage der Uhrebene gegen die Schattenkegel. Zieht man rechtwinkelig unter dem beschreibenden Punkte p des Weisers P D auf der Uhrebene eine zu demselben rechtwinkelige Linie, so ist dieses die ♈ ♎ Linie oder Durchschnittslinie der Uhr und Aequatorebene. Zieht man ferner zu dieser, rechtwin-

kelig unter dem Weiser, eine rechtwinkelige Linie, so gibt diese die Achse der Kegelschnitt- oder Thierkreislinien, auf welche die Abstände der Scheitel von der ♈ ♎ Linie zu tragen sind. Die Bestimmung der Brennpunkte und die Construction dieser Kegelschnittlinien als Hyperbolen ist ganz dieselbe, wie für Fig. 43 und 44 u. s. w. gezeigt wurde.

Aus diesem Allen ersieht man, daß insofern P D Fig. 41 die Erdachse, P der Nord- und D der Südpol und also A Q die Aequatorebene, p aber der die Thierkreislinien beschreibende Punkt des Weisers P D ist, und also H p K, S p S′, L p L′ die Schattenkegel sind, welche die Strahlen der Sonne p K, p S, p L, vermöge p für deren Stand in den südlichen Thierzeichen ♏, ♐, ♑, ♓, ♒, ♑, A p B, B′ p B″, C p C′ aber die Schattenkegel für ihren Stand in den nördlichen Thierzeichen ♉, ♊, ♋, ♍, ♌, ♋ sind, man nur die Lage der Uhrebene gegen den Uhrweiser und die Pole, so wie den Abstand des als die Thierkreislinien beschreibend angenommenen Punktes p desselben, von seinem Befestigungspunkte J auf der Uhr von p aus an P D zu tragen hat, um die Thierkreislinien auf derselben zu erhalten. Ist nun die Uhrebene dem Nordpole zugekehrt, so trage man p J von p aus auf p D und aus dem dadurch bestimmten Punkte J an p J den Winkel, welchen die Uhrebene mit der Erdachse bildet; ist sie aber dem Südpole zugekehrt, so ist p J von p aus auf p P zu tragen, durch den also bestimmten Punkt J an J p der Winkel der Uhrebene und Erdachse zu verzeichnen, um die Lage der Uhrebene gegen die Schattenkegel zu erhalten. Aus der Anzahl der Schattenkegel, welche die so aufgetragene Uhrebene durchschneidet, ersieht man nun sogleich, welche und wieviel Thierkreislinien auf der Uhr zu verzeichnen sind, ferner, daß alle Scheitel derselben auf dem

Theile der zur Durchschnittslinie der Uhr= und Aequatorebene rechtwinkeligen der Uhr liegen, welchem der Weiser zugeneigt ist (für Ellipsen, welche zwei Scheitel haben, liegt der andere Scheitel auf dem entgegengesetzten Theile dieser Linie) und die Scheitel aller Thierkreislinien der ♈ ♎ Linie zugekehrt und daher alle nicht zwischen dieser und dem Befestigungspunkte J des Weisers liegenden, wie a''' b''' u. s. w., J zugekehrt sind, alle übrigen aber entgegengesetzt liegen; da sich nun alle Brennpunkte innerhalb der Kegelschnittlinien befinden, wie Fig. 42, 43 u. s. w. p zeigt, so ersieht man zugleich hieraus, welche Lage man denselben in der Achse gegen die Scheitel zu geben hat, damit die betreffende Thierkreislinie die richtige Lage gegen den Weiser erhält. Vermöge dieses kann man sodann die Thierkreislinie sehr bequem mechanisch construiren, was bei der Auftragung der Uhr den Vortheil gewährt, die Richtigkeit derselben nicht von der immer etwas unsichern Verzeichnung aus freier Hand, indem man die durchs Analemma gefundenen Punkte verbindet, abhängig zu machen.

3) Verwandlung der wahren Zeit in mittlere, und umgekehrt der mittleren in wahre Zeit.

Die beigefügte Tafel enthält die Anzahl Minuten und Secunden, welche an den verschiedenen Tagen des Jahres zur wahren Zeit (Zeit, welche die Sonnenuhren zeigen) addirt oder von derselben hinweggenommen werden müssen, um die mittlere Zeit, nach welcher wir die mechanischen Uhren zu stellen pflegen, zu erhalten. Zeigte z. B. eine Sonnenuhr, oder was dasselbe ist, wäre am ersten Januar die wahre Zeit 10^h, so würden, da in der Tafel für diesen Tag $+ 3^m 40^s$ steht, zu derselben $3^m 40^s$ zu addiren sein, um die mittlere Zeit zu

erhalten, oder es würde eine nach mittlerer Zeit gestellte Uhr $10^h\ 3^m\ 40^s$ zeigen, während eine Sonnenuhr 10^h zeigte. Wäre es hingegen am 12ten October nach wahrer Zeit 5^h, so würde, da in der Tafel für diesen Tag — $13^m\ 23^s$ steht, $13^m\ 23^s$ von der wahren Zeit abzuziehen sein, um die mittlere zu erhalten; diese würde also $4^h\ 46^m\ 37^s$ betragen, oder es würde nach wahrer Zeit um $13^m\ 23^s$ später sein als nach mittlerer. Man sieht also, daß für alle Tage, bei welchen in der Spalte des betreffenden Monats der Tafel das Zeichen + steht, der daneben bemerkte Zeittheil zur wahren Zeit zu addiren, bei denjenigen aber, bei welchen das Zeichen — steht, derselbe von der wahren Zeit abzuziehen ist, um die mittlere Zeit zu erhalten. Umgekehrt kann man vermöge dieser Tafel die mittlere Zeit in wahre verwandeln, wenn man die Zeichen verwechselt oder entgegengesetzt gebraucht; wäre z. B. die mittlere Zeit am 14ten Februar 9^h, so würde, da bei demselben + $14^m\ 25^s$ steht, die mittlere Zeit also schon $14^m\ 25^s$ um die wahre voraus ist, $14^m\ 25^s$ von ersterer abzuziehen sein, um letztere zu erhalten und diese also $8^h\ 45^m\ 35^s$ betragen. Wäre hingegen am 8ten Juni die mittlere Zeit 3^h, so würde, da für diesen Tag in der Tafel — $1^m\ 33^s$ steht und also die wahre Zeit um $1^m\ 35^s$ vor der mittlern voraus ist, $1^m\ 33^s$ zur mittlern Zeit zu addiren sein, um die wahre zu erhalten und diese also $3^h\ 1^m\ 33^s$ betragen. Diese Tafel setzt uns daher in Stand, vermöge der Sonnenuhren die mechanischen Uhren nach mittlerer Zeit zu stellen und deren Gang zu prüfen; denn stellen wir eine solche z. B. am 20. Februar im Augenblicke, wo die Sonnenuhr 2^h (wahre Zeit) zeigt, auf $2^h\ 14^m\ 8^s$ (mittlere Zeit), so wird sie den 21. Februar, wenn die Sonnenuhr 2^h (wahre Zeit) zeigt, $2^h\ 14^m\ 2^s$ (mittlere Zeit) zeigen müssen. Ist dieses nicht der

(Zu Sternhein

zur Ver…, durch Verwechselung der Zeichen.

Tage	Januar	…ptember.	October.	November.	December.
	M. S.	M. S.	M. S.	M. S.	M. S.
1.	+ 3. 5	— 0. 3	— 10. 12	— 16. 15	— 10. 50
2.	+ 4.	— 0. 22	— 10. 31	— 16. 15	— 10. 26
3.	+ 4. 3	— 0. 41	— 10. 51	— 16. 14	— 10. 2
4.	+ 5.	— 1. 0	— 11. 10	— 16. 13	— 9. 37
5.	+ 5. 3	— 1. 20	— 11. 28	— 16. 12	— 9. 12
6.	+ 5. 5	— 1. 40	— 11. 46	— 16. 10	— 8. 46
7.	+ 6. 2	— 2. 0	— 12. 3	— 16. 7	— 8. 20
8.	+ 6. 5	— 2. 20	— 12. 20	— 16. 4	— 7. 54
9.	+ 7. 1	— 2. 40	— 12. 36	— 16. 0	— 7. 27
10.	+ 7. 4	— 3. 0	— 12. 52	— 15. 55	— 7. 0
11.	+ 8.	— 3. 20	— 13. 8	— 15. 48	— 6. 32
12.	+ 8. 3	— 3. 40	— 13. 23	— 15. 40	— 6. 4
13.	+ 8. 5	— 4. 2	— 13. 37	— 15. 32	— 5. 36
14.	+ 9. 1	— 4. 24	— 13. 50	— 15. 23	— 5. 8
15.	+ 9. 3	— 4. 45	— 14. 3	— 15. 13	— 4. 40
16.	+ 10.	— 5. 5	— 14. 16	— 15. 3	— 4. 11
17.	+ 10. 2	— 5. 26	— 14. 28	— 14. 52	— 3. 42
18.	+ 10. 4	— 5. 47	— 14. 40	— 14. 41	— 3. 13
19.	+ 11.	— 6. 8	— 14. 51	— 14. 29	— 2. 44
20.	+ 11. 1	— 6. 29	— 15. 2	— 14. 15	— 2. 15
21.	+ 11. 3	— 6. 50	— 15. 13	— 14. 0	— 1. 45
22.	+ 11. 5	— 7. 11	— 15. 22	— 13. 44	— 1. 15
23.	+ 12. 1	— 7. 32	— 15. 30	— 13. 27	— 0. 45
24.	+ 12. 2	— 7. 52	— 15. 38	— 13. 10	— 0. 15
25.	+ 12. 4	— 8. 12	— 15. 45	— 12. 52	+ 0. 15
26.	+ 12. 5	— 8. 32	— 15. 51	— 12. 33	+ 0. 45
27.	+ 13.	— 8. 52	— 15. 56	— 12. 14	+ 1. 15
28.	+ 13. 1	— 9. 12	— 16. 1	— 11. 54	+ 1. 45
29.	+ 13. 3	— 9. 32	— 16. 5	— 11. 34	+ 2. 15
30.	+ 13. 3	— 9. 52	— 16. 9	— 11. 12	+ 2. 44
31.	+ 13. 4		— 16. 12		+ 3. 12

Fall, so geht sie entweder zu schnell oder zu langsam und ist darnach zu reguliren und auf diese Art kann man durch fortgesetzte Vergleiche und Beobachtung der Sonnen und mechanischen Uhren den Gang der letztern vollkommen nach mittlerer Zeit ordnen.

4) Bestimmung der Abweichung (Declination) der Sonne.

Die beigefügten Tafeln enthalten die mittägige Abweichung der Sonne für die Jahre 1801, 1802, 1803 und 1804 und den Pariser Mittagskreis, aus dieser läßt sich aber die Abweichung der Sonne für jede andere Zeit und für jeden andern Ort, so wie ihre 24stündige Veränderung, und aus dieser die Veränderung für jeden andern Zeittheil ableiten und zwar folgendermaßen: Zuerst verwandle man die Zeit, für welche die Abweichung gesucht werden soll, in so fern sie in mittler Zeit gegeben ist, in wahre, bestimme hierauf die wahre Zeit zu Paris für den gegebenen Augenblick des andern Orts, indem man den Längenunterschied von Paris und diesem Orte oder die ganzen und Bruchtheil-Grade, um welche der Pariser Mittagskreis von demjenigen des gegebenen Orts absteht, von einer guten Charte abnimmt. Da sich nun die Sonne in 24^h (scheinbar) einmal um die Erde dreht, also 360° (einen zum Aequator parallelen Kreis) durchläuft, so wird sie in 1 Stunde $\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ$ und daher in einer Minute $\frac{15^\circ}{60} = 15'$ oder in 4^m 1° durchlaufen, multiplicirt man daher die gefundenen ganzen und Bruchtheil-Grade mit 4^m, so erhält man den Zeitunterschied von Paris und dem gegebenen Orte (in Minuten ausgedrückt). Liegt letzterer nun westlich von Paris, so ziehe man diesen Zeitunterschied von der gegebenen wahren Zeit des

betreffenden Orts ab, liegt er östlich, so addire man ihn zu derselben, so erhält man die wahre Zeit zu Paris für den gegebenen Augenblick des andern Orts, denn an einem westlicher gelegenen Orte tritt die Sonne später in den Mittagskreis, als in einem östlicher gelegenen und es muß daher an letzterem später sein als an ersterem. Nach diesem sehe man, ob das gegebene Jahr ein Schaltjahr ist, indem man untersucht, ob die Zahl desselben sich durch 4 theilen läßt; findet dieses statt, so ist es ein Schaltjahr, im Gegentheil bemerke man das wievielste Jahr nach einer Schaltperiode dasselbe ist. War es ein Schaltjahr, so suche man in der Tafel des Jahres 1804, war es ein 1stes, 2tes oder 3tes nach einem solchen, in der Tafel des Jahres 1801, 2 oder 3 die Abweichung der Sonne für den betreffenden Tag, und wurde sie früh gesucht, die des vorhergehenden, wurde sie Nachmittags gesucht, die des folgenden Tages auf und ziehe die Abweichungen für beide Tage von einander ab; so erhält man die 24stündige Veränderung derselben. Ferner suche man für die Zeit, um welche der gegebene in Pariser Zeit verwandelte Augenblick vom nächsten Mittag absteht und jene Veränderung in den unter den Abweichungstafeln bemerkten Tafeln, den Proportionaltheil, ziehe diesen bei wachsender Abweichung und wenn selbige für die Morgenstunden gesucht wird, von der Abweichung des betreffenden Tages ab, wird sie für die Nachmittagszeit gesucht, so addire man ihn (für abnehmende Abweichung findet das Gegentheil statt). Die so gefundene Abweichung verbessere man nun um den 32sten Theil der 24stündigen Veränderung, multiplizirt mit der Anzahl Schaltperioden, welche seit dem zur Tafel gehörigen bis zum gegebenen Jahre verflossen sind. Diese Verbesserung wird von der gefundenen Abweichung abgezogen oder zur selbigen addirt,

je nachdem die Abweichung abnimmt oder wächst. Die hieraus bestimmte Abweichung dividire man durch die in der Tafel vorkommende größte Abweichung vom 23° 27′ 54″, multiplicire den Quotient mit der Abnahme der Schiefe der Ekliptik seit 1800 bis zu dem gegebenen Jahr, also mit so viel mal $\frac{1}{2}$″, als Jahre seitdem verflossen sind und ziehe dieses Product von der letztgefundenen Abweichung ab, so erhält man dadurch die gesuchte Abweichung der Sonne mit hinlänglicher Genauigkeit für alle Jahre des 19ten Jahrhunderts.

Um dieses alles durch ein Beispiel zu erläutern, sei die Abweichung der Sonne zu suchen für das Jahr 1835, den 10ten Mai Morgens 8^h 10^m wahrer Zeit zu Dresden.

Anno 1335, $\frac{35}{4} = 8$ Schaltperioden. $35 \times \frac{1}{2}'' = 17{,}5''$ Abn. d. Schf. d. Eklpt.		
Wahre Zeit zu Dresden . .	=	8^h 10^m
Zeitunterschied von Dresden und Paris	=	— 45^m 27^s
Wahre Zeit zu Paris . . .	=	7^h 24^m 33^s
Zeitunterschied vom nächsten Mittag 12^h—7^h 24^m 33^s . .	=	4^h 35^m 27^s
Abweichng. d. Sonne 1803 den 9. Mai	=	17° 10′ 16″ B.
„ „ „ „ 10. „	=	17° 26′ 20″
24stündige Veränderung der Abweichung	=	16′ 4″
Prag theilt für Zeitunterschd. vom nchst. Mitt. 4^h 35^m u. Verb. 16′	=	8′ 3″
Prag theilt für Zeitunterschd. vom nchst. Mitt. 4^h 35^m u. Verb. 4″	=	0″
Verbesserung für Zeituntersch. v. nächsten Mittag	=	— 3′ 3″
Abw. d. Sonne 1803 10. Mai 7^h 24^m 33^s	=	17° 23′ 17″

Uebertrag $= 17^\circ\ 23'\ 17''$

1835. Verb. $\frac{16'\ 4''}{82} \times 8 = \frac{964}{82} \times 8 = + \quad 4'\ 1''$

Abweichung der Sonne 1835 . $= 17^\circ\ 27'\ 18''$

Verbesserung. Abnahme Schf. der

Ekliptik $\frac{17^\circ\ 27'\ 18''}{23^\circ\ 27'\ 54''} \times 17{,}5'' = - \quad 13''$

Gesuchte Abweichung der Sonne $= 17^\circ\ 27'\ 5''$

Auf diese Art kann man die Abweichung der Sonne für jede Zeit berechnen und ersieht zugleich aus den Tafeln, ob sie südlich oder nördlich ist, oder was dasselbe, ob sich die Sonne zwischen ♈ ♋ und ♎ oder ♎ ♑ ♈ befindet; denn für nördliche Abweichung steht hinter denselben in der Tafel N, für südliche S.

Schlußbemerkungen.

Für alle Fälle, wo man das unter Fig. 16 oder ein anderes dieselben Dienste verrichtendes Instrument nicht besitzt, und so außer Stand ist, die Lage der gegebenen Uhrebene genau zu bestimmen, kann man sich folgenden allgemeinen Verfahrens bedienen, durch welches zwar keine große Genauigkeit zu erreichen ist, das aber doch für das allereinfachste Bedürfniß hinreicht und für dieses den Vorzug hat, sehr einfach zu sein. Man verfertige sich für den gegebenen Ort eine transportable Horizontaluhr, orientire sie an der Ebene, auf welche eine Sonnenuhr verzeichnet werden soll, indem man sie so aufstellt, daß ihre Ebene vollkommen horizontal und ihre Mittagslinie in derjenigen des Orts liegt; verlängere alle ihre Zeittheillinien, indem man ein Lineal an dieselben legt, bis in die gegebene

Abweich Meridians für

1te Jahr nach

Tage.	Januar.				Junius.	
1.	23° 2′ 3″	S	6″	N	22° 2′ 6″	N
2	22. 56. 54	—	1.	—	22. 10. 11	—
3	22 51. 20.	—	1.	—	22 17. 52.	—
4	22. 45. 18.	—	6.	—	22. 25. 10.	—
5.	22. 38. 48.	—	5.	—	22. 32. 4	—
6.	22. 31. 51.	—	7	—	22. 38. 35.	—
7.	22. 24 27.	—	3	—	22. 44 42.	—
8.	22. 16. 35.	—	3.	—	22. 50. 26.	—
9.	22. 8. 18.	—	5.	—	22. 55. 45.	—
10.	21. 59 35.	—	0.	—	23. 0. 40.	—
11.	21. 50. 27.	—	7.	—	23. 5. 12.	—
12.	21. 40. 54	—	57.	—	23. 9. 19.	—
13.	21. 30. 55.	—	8.	—	23. 13. 1.	—
14.	21. 20. 31.	—	1	—	23. 16 19.	—
15.	21. 9 43.	—	4	—	23. 19. 12.	—
16.	20. 58. 30.	—	0.	—	23. 21 40.	—
[illegible]	20 46. 54	—	56.	—	23 23. 44	—
			24	—	23. 25 23.	—
			[illegible]		23. 26 37.	—



Ebene und bemerke die Einfallspunkte, ein Gleiches thue man mit dem Weiser, verbindet man nun den Einfallspunkt dieses letztern mit denjenigen der Zeittheillinien durch gerade Linien, so geben diese die Zeittheillinien der Uhr, an welche die Stunden so zu setzen sind, wie sie die Horizontaluhr bedingt. Verlängert man alle diese Zeittheillinien rückwärts durch den Weiserpunkt, so erhält man diejenigen der entgegengesetzten Zeiten. Befestigt man in dem Einfallspunkte des verlängerten Horizontaluhrweisers einen Stift so, daß er mit letzterem gleiche Lage hat, so ist dieses der Uhrweiser. Bestimmt man die Zeittheillinie, welche rechtwinkelig unter dem Uhrweiser liegt, indem man einen rechten Winkel mit einer Kathete so auf die Uhrebene stellt, daß er mit der andern den Weiser berührt, zieht zu derselben eine rechtwinkelige, so ist diese die in den Uhren 1ster Klasse mit H H' bezeichnete Durchschnittslinie der Uhr- und Aequatorebene. Legt man ferner an den Weiser einen rechten Winkel mit einer Kathete so, daß die andere verlängert gedacht in den Durchschnittspunkt der Linie H H' und der zu ihr rechtwinkeligen fällt, bemerkt sodann wie weit letztere Kathete von dem Befestigungspunkte des Weisers absteht, so erhält man dadurch den Weisertheil J C Fig. 17, 18 u. s. w. und 17 a, 18 a u. s. w. und vermöge demselben und der zu ihm rechtwinkeligen C D Fig. 17, 18 u. s. w. 17 a, 18 a u. s. w. kann man die Lage der Zeittheillinien gegen den Uhrweiser bestimmen, indem man die zwischen der Linie H H' und J gelegenen Theile J a, J b u. s. w. in den Zirkel faßt, diesen in J Fig. 17 a, 18 a u. s. w. einsetzt und mit den Eröffnungen J a, J b Fig. 17, 18 u. s. w. C D Fig. 17 a, 18 a u. s. w. nach und nach durchschneidet, wodurch sich die Punkte a, b, c u. s. w. und durch diese und J die Lagen der Zeittheillinien J a, J b u. s. w. Fig. 17 a, 18 a

u. s. f. gegen den Weiser J C ergeben, durch welche man sodann vermöge des Analemmas die Thierkreislinien und Beleuchtungsscala bestimmen kann, wie dieses für Fig. 17 u. s. w. gezeigt wurde. Der Winkel, welchen eine durch den Weiser J C und zur Durchschnittslinie H H' (der Uhr- und Aequatorebene) rechtwinkelig gezogene mit der auf der Uhrebene zu H H' rechtwinkeligen Zeittheillinie bildet, ist derjenige, welchen die Uhr- mit der Aequatorebene macht und durch diesen ergibt sich vermöge Tab. I. und II. pag. 46 und 47 was die Thierkreislinien für Linien sind. Man sieht leicht, daß durch dieses Verfahren kein hoher Grad von Genauigkeit zu erlangen ist; indessen bleibt es der einzige practische Weg, durch welchen man ohne Instrumente auf jeder Ebene eine Sonnenuhr verzeichnen kann.

In den Tafeln der Thierkreislinien pag. 46 u. 47 sind die Winkel bis auf die Secunden angegeben und die Thierkreislinien können, streng genommen, nur dann Hyperbolen u. s. w. werden, wenn die Uhrebene mit der Aequatorebene die daselbst bemerkten Winkel bildet. Da aber bei Verzeichnungen und vorzüglich bei der Stärke des bei den Sonnenuhren anzuwendenden Materials eine Winkelveränderung von einer Minute noch als keine Differenz gebend anzunehmen ist, so werden alle Thierkreislinien auf Ebenen, die mit der Aequatorebene Winkel bilden, die sich den in der Tafel angegebenen bis auf 2' nähern, als diesen zugehörig zu betrachten sein.

Da sich die Schiefe der Ekliptik jährlich um ½" ändert, so müßte auch das Analemma, welches durch sie bedingt wird (Fig. 3) sich jährlich ändern; da aber in Rücksicht des Obigen eine Veränderung von 1' noch keinen Einfluß hat, so kommt auch diese Abnahme der Schiefe der Ekliptik hier nicht in Betracht und das Analemma wird daher unverändert für

1 Jahrhundert gelten können, weil sich jene Schiefe dann erst um 50″ verringert hat. Eben so wenig als diese Veränderungen kann die tägliche Declinationsveränderung der Sonne in Bezug auf die Thierkreislinien und Beleuchtungsscalen in Betracht kommen, da sie für unsern Zweck hier zu unbedeutend ist, um einen störenden Unterschied zu geben. Dieses Wenige wird hinreichen, um die etwa nöthigen Veränderungen an allen Sonnenuhren, so wie die überhaupt stattfindenden Veränderungen anzudeuten.

Die pag. 17 angegebene Art die Mittagslinie zu bestimmen gewährt für den Fall, daß die Bestimmung um die Zeit der Solstitien zwischen dem 18ten und 28ten Juni und 18ten und 28ten December vorgenommen wird, die erforderliche Genauigkeit, für jede andere Zeit findet dieses jedoch nicht statt, weil durch die in mehreren Stunden dann bedeutendere Declinationsveränderung der Sonne, diese, bei gleicher Vor- und Nachmittagshöhe, bei zunehmender Declination Nachmittags weiter vom wahren Mittagspunkte abstehen muß als Morgens und also auch der Schatten des Stiftes auf der horizontalen Tafel bei gleicher Länge Nachmittags einen größern Winkel mit der wahren Mittagslinie machen muß, als Morgens; denn da die Sonne durch Zunahme der Declination an Höhe gewinnt, so wird sie auch Nachmittags später dieselbe Höhe erreichen als Morgens, wo ihre Declination kleiner war, sie wird also dann auch weiter vom wahren Mittage abstehen; und so umgekehrt bei Abnahme der Declination. Um nun die Mittagslinie zu jeder Zeit genau bestimmen zu können, dient folgende Tafel, welche unmittelbar für die geographischen Breiten von 80°, 70°, 60°, 50°, 40°, 20°, 0° von 10 zu 10 Tagen die Winkel in ganzen und 10theil Minuten enthält, um welche die nach pag. 17

bestimmte Mittagslinie (Halbirungslinie) mehr westlich oder östlich zu legen ist, in so fern die Zwischenzeit der Vor- und Nachmittagsbestimmungen (die Bestimmungen der Punkte, in welchen die Spitze des Stiftschattens ein und denselben Kreis Vor- und Nachmittags berührt) 6^h oder 4^h beträgt. Um sich dieser Tafel zu bedienen, verfahre man folgendermaßen: Man bemerke früh zwischen 9^h und 10^h den Punkt, in welchen die Spitze des Schattens des auf der horizontalen vollkommen ebenen Tafel genau rechtwinkelig befestigten Stiftes einen aus seinem Befestigungspunkte beschriebenen Kreis berührt; bestimmte durch eine wenigstens bis auf die $\frac{1}{2}^h$ richtig gestellte, übrigens aber ziemlich gleichförmig richtig gehende Uhr, den Zeitpunkt wo dieses geschah, dasselbe thue man Nachmittags für den nämlichen Kreis; betrug nun die Zeit zwischen beiden Bestimmungen 6^h und geschah die Beobachtung z. B. am 20. März unter 60° Breite, so suche man in der Correctionstafel für die Zwischenzeit 6^h diesen Tag und diese Breite auf, da neben dieser und unter jenem nun 8,4′ Ost steht, so hat man an die Ostseite der nach pag. 17 durch obige Bestimmungen gefundenen Mittagslinie (Halbirungslinie) den Winkel von 8,4′ zu tragen, wo sodann dessen nach Ost gelegener Schenkel die wahre Mittagslinie sein wird. Betrug die Zwischenzeit nur 4^h, so findet man aus der Tafel für die Zwischenzeit 4^h den Winkel 7,9′ auf dieselbe Art und durch diesen die wahre Mittagslinie auf gleiche Weise. Für alle Tage, bei welchen in der Tafel W. steht, ist der Correctionswinkel an die Westseite der Halbirungslinie zu tragen. Fällt der betreffende Tag mit keinem in der Tafel zusammen, wie z. B. der 10. October 40° Breite, so suche man die beiden Tage, zwischen welchen er liegt, den 6. und 10. Octbr., bemerke sich die Winkel, welche für die Zwischenzeit, z. B. 6^h

und die Breite 40° beiden Tagen angehören, also 5,3′ und 5,1′ und ziehe beide von einander ab, also 5,3′—5,1′ = 0,2′; da sich nun der Winkel in 10 Tagen um 0,2′ ändert (hier kleiner wird), so findet man sehr leicht durch einfache Regel de tri, daß er sich in 10—6 Tag. also 4 Tg. um 0,08′ ändert (kleiner wird); denn $\dfrac{10 : 0{,}2 = 4 : x}{\frac{0{,}8}{10} = x = 0{,}08}$ und daß er daher am 10. Octbr. beträgt: 5,3′ — 0,08′ = 5,22′ oder kürzer 5,2′.

Ist sowohl der Tag, als auch die Breite in der Tafel nicht enthalten, wie z. B. der 6. Febr. und 51° Breite, so findet man den verlangten Correctionswinkel z. B. für die Zwischenzeit 6^h, wenn man zuerst die Winkel für die beiden in der Tafel angegebenen Breiten, zwischen welche die betreffende fällt, für den dem gegebenen zunächst vorhergehenden Tag, also für den 30. Jan. 60° Breite = 5,6′ und den 30. Jan. 50° Br. = 4,4′ von einander abzieht, nämlich: 5,6′ — 4,4′ = 1,2′ daraus, mit Hülfe der Regel de tri, für den 30. Januar den Winkel für die bedingte Breite 51° bestimmt; indem man setzt 60°—50°, also 10° ist der Winkelunterschied 1,2′ und daher für 51° —50° also 1. 0,12′ denn $\dfrac{10 : 1{,}2 = 1 : x}{\frac{1{,}2}{10} = x = 0{,}12}$ und daher am 30. Januar 51° Breite 4,5″ denn 4,4 + 0,12 = 5,52′ oder 5,5′; hierauf dasselbe Verfahren für den in der Tafel nächst folgenden Tag, also 9. Febr. wiederholt und dadurch den Correctionswinkel für den 9. Febr. 51° Breite auf gleiche Weise 5,3′ bestimmt. Da sich nun dieser Winkel in 10 Tg. (v. 30. Jan. bis 9. Febr.) um 5,3′—4,5′ = 0,8′ ändert; so wird er sich in 3 Tg. (v. 9. Febr. bis 6. Febr.) um 0,24′

ändern $\left(\frac{10 : 0{,}8 = 3 : x}{\frac{2.4}{10} = x = 0{,}24'}\right)$, und also am 6. Februar für 51° Breite und 6^h Zwischenzeit 5,3 — 0,2 = 5,1′ betragen.

Fällt endlich weder der Tag, noch die Breite, noch die Zwischenzeit mit den in der Tafel bestimmten zusammen, wie z. B. der 4. April 51° Breite und $4{,}5^h$ Zwischenzeit (die Tafel setzt voraus, daß die Zwischenzeit nicht über 6^h und nicht unter 4^h beträgt), so findet man den Correctionswinkel folgendermaßen. Zuerst bestimme man den Correctionswinkel für den dem gegebenen Tage in der Tafel für 6^h Zwischenzeit vorhergehenden Tag und Breite 51°, wie dieses so eben gezeigt wurde, also:

30. März	60° Breite	6^h	Zwischenzeit	8,3′
= =	50°	=	=	6,5′
	10°	=	=	1,8′

$$10 : 1{,}8 = 1 : x$$
$$x = 0{,}18$$

folgl. 30. März f. 51° Br. 6^h Zw. 6,5′ + 0,18′ = 6,68′.

Ein Gleiches thue man für den in der Tafel für 6^h nächst folgenden Tag, also:

9. April	60° Breite	6^h	Zwischenzeit	7,9′
= =	50°	=	=	6,1′
	10°	=	=	1,8′

$$10 : 18 = 1 : x$$
$$x = 0{,}18$$

folgl. 9. April 51° . . 6,1′ + 0,18′ = 6,28′.

Da man nun die Correctionswinkel für gleiche Breiten (51°) und gleiche Zwischenzeiten (6^h) am 30. März 6,68′ und am 9. April als 6,28′ kennt, so findet man sehr leicht daraus den Correctionswin-

winkel für 51° Br. 4. April und 6^h Zwischenzeit 6,48′ oder kürzer 6,5′, wie dieses auf voriger Seite eben gezeigt wurde. Wiederholt man dasselbe Verfahren für den Zeitunterschied 4^h also:

30. März 60° Breite 4^h Zwischenzeit 7,8′
„ „ 50° „ „ „ 6,1′
10° „ „ „ 1,7′

$10 : 1,7 = 1 : x$
$x = 0,17$

folgl. d. 30. März 51° Br. 4^h Zwz. 6,1′ + 0,17′ = 6,27′.
Ferner 9. April 60° Breite 4^h Zwischenzeit 7,5′
„ „ 50° „ „ „ 5,9′
10° „ „ „ 1,6′

$10 : 1,6 = 1 : x$
$x = 0,16$

folgl. d. 9. Apr. 51° Br. 4^h Zwz. 5,9′ + 0,16′ = 6,06′ für den 30. März also 6,27′ und für 9. April 6,06′ und daher $\frac{10 : 0,21 = 5 : x}{x = 0,1}$; also Correctionswinkel für den 4. April 51° Breite 4^h Zwischenzeit 6,27′—0,1′ = 6,17′

Da nun d. 4. Apr. 51° Br. 6^h Zwz. d. Corrwk. 6,48′
und „ „ 4^h „ „ 6,17′ ist
für 2^h aber 0,31′ ist:

so wird er für die Zwischenzeit 4,5^h oder 4,5^h—4^h = 0,5^h den Ueberschuß über 4^h tragen

$2 : 0,31' = 0,5 : x$
$x = 0,07'$

und daher am 4. April 51° Breite 4,5^h Zwischenzeit 6,17′ + 0,07′ = 6,24′ oder kürzer 6,2′ betragen, welcher, da in der Tafel für 30. März und 9. April Ost steht, an die Ostseite der Halbirungslinie (pag. 17) zu tragen ist; wodurch sich die wahre Mittagslinie aufs Genaueste

ergibt. Indessen kann man diese Rechnung stets vermeiden, wenn man die Bestimmung an einem in der Tafel bemerkten Tage vornimmt. Für niedrige Breiten wie zwischen 0° und 50°, wo die Unterschiede der Correctionswinkel für 10° sowie für 10 Tage nicht 1′ übersteigen, kann man sie für die meisten Fälle durch bloße Schätzung ohne weitere Rechnung sogleich finden, da der mögliche Irrthum nicht leicht $\frac{3}{10}$′ übersteigen wird, was zu unbedeutend ist, um für das gewöhnliche Bedürfniß nur im mindesten in Rücksicht zu kommen. Aus gleicher Ursache hat man auch nur die Breitengrade höchstens bis auf $\frac{1}{4}$° und $\frac{1}{2}$° in Betracht zu ziehen und kann alle kleinern Theile als zu geringfügig außer Acht lassen.

Zur Auftragung dieser Correctionswinkel, welche zu klein sind, um sich durch den Transporteur aufzeichnen zu lassen, dient nachstehende der Correctionstafel folgende Tafel der Tangenten von 0′ bis 24′. Zieht man nämlich in einem Kreise einen Halbmesser und zu ihm, durch den Punkt, in welchem er die Peripherie des Kreises durchschneidet, eine rechtwinkelige, so ist diese die Tangente (Berührungslinie) dieses Punktes. Trägt man aus dem Mittelpunkte des Kreises an diesen Halbmesser einen Winkel und verlängert seinen andern Schenkel bis in die Tangente, so ist der Theil, welchen derselbe, vom Halbmesser aus gerechnet, auch der Tangent abschneidet, die Tangente dieses Winkels für den angenommenen Halbmesser; ist daher, für irgend eine Größe dieses letztern, die Tangente eines Winkels bekannt, so kann man dadurch sehr leicht den Winkel auftragen. Nachstehende Tafel enthält die Tangenten mit 5 Decimalen für den Halbmesser 1; macht man ihn 100 u. s. w., so hat man nur die Tangenten mit 100 zu multipliciren, um sie für 100 zu erhalten. Zur Auftragung dieser Tangenten bedient man sich am bequemsten des Trans-

versalmaßstabes, von welchem man die Längen bis auf die 100 Theile abnehmen kann, was für unsern Zweck hier hinlängliche Genauigkeit gibt. Die Verzeichnung dieses Maßstabes ist sehr einfach und folgende: Man ziehe eine gerade Linie am zweckmäßigsten von 11 bis 12 Zoll Länge oder größer; theile sie in 4 gleiche Theile, ziehe durch die Theilungspunkte zu ihr rechtwinkelige Linien, trage auf eine solche 10 gleiche willkührlich große Theile, lege durch die Theilungspunkte zur Grundlinie parallele alle Perpendikel durchschneidende Linien; hierauf theile man den ersten Theil auf der Grund- und 10ten Linie in 10 gleiche Theile, schreibe an den Einfallspunkt des 2ten Perpendikels auf der Grundlinie 0, an den ersten der 10 Theile von diesem 0 Punkte aus 1, an den 2ten 2 u. s. w. und an dieselben Theilpunkte der 10ten zur Grundlinie parallelen dieselben Zahlen; verbinde hierauf den 0 Punkt der Grundlinie mit dem Punkte 1 der 10ten Parallele, den Punkt 1 der Grundlinie mit dem Punkte 2 der 10ten u. s. w. durch gerade (gegen die Perpendikel also schräg liegende, transversale) unter sich parallele Linien; schreibe an die erste zur Grundlinie parallelen 1, an die 2te 2 u. s. f., an den 3ten Perpendikel 10, an den 4ten 20 u. s. f. Will man von diesem Maßstabe nun z. B. 35,5 abnehmen, so setze man den Zirkel in dem Punkte ein, wo die 5te zur Grundlinie parallele den Perpendikel 30 schneidet und eröffne ihn bis in den Punkt, wo die 5te Transversale jene 5te Parallele durchschneidet, so hat man die Länge 35,5; will man 48,57 abnehmen, so denke man sich den Raum zwischen der 5ten und 6ten zur Grundlinie parallelen abermals von unten auf in 10 gleiche Theile getheilt, setze den Zirkel da in den Perpendikel 40 ein, wo ungefähr der 7te von diesen 10 Theilpunkten liegt, eröffne hierauf denselben bis in den Punkt, wo die 8te Transversale eine durch diesen 7. Punkt zur Grund-

linie parallel gezogen gedachte ungefähr schneidet, so erhält man die Länge 48,57 und auf diese Art lassen sich alle Längen bis auf 100 Theile abnehmen.

Will man nun den Correctionswinkel an die Halbirungslinie (pag. 17) tragen, so ziehe man zu dieser eine rechtwinkelige, trage von dieser aus auf jene 100 Theile des Maßstabes, suche hierauf aus der Tangententafel die Tangente des betreffenden Correctionswinkels, steht dieser unmittelbar darin, wie z. B. für 6′, so multiplicire man dessen Tangente, also: 0,00174 mit 100, nehme das Product 0,17 als Länge von dem Maßstabe ab und trage es vom Durchschnittspunkte der Halbirungslinie und der zu ihr rechtwinkeligen auf diese und zwar auf den östlichen oder westlichen Theil derselben (von der Halbirungslinie aus gerechnet), je nachdem der Correctionswinkel östlich oder westlich zu liegen kommen muß. Verbindet man den dadurch erhaltenen Punkt der Tangente mit dem durch die Auftragung der 100 Theile des Maßstabes auf der Halbirungslinie bestimmten, durch eine gerade Linie, so ist diese die wahre Mittagslinie. Sollte der Correctionswinkel nicht unmittelbar in der Tangententafel enthalten sein, wie z. B. 8,4′, so findet man die Tangente desselben, wenn man die Tangente für die in dem Winkel enthaltenen ganzen Minuten, nämlich: 0,00233 durch das Product 0,00012 der danebenstehenden Differenz für 1 Minute nämlich: 0,00029 und dem Bruchtheil Minuten des Winkels also 0,4′ vermehrt und die Summe 0,00244 mit 100 multiplicirt, wodurch sich die betreffende Tangente 0,244 für die Länge 100 der Halbirungslinie ergibt. Ueberschreiten die Bruchtheile des Winkels nicht 0,5′, so kann man sie als zu unbedeutend ganz außer Acht lassen.

Auf diese Weise kann man die Mittagslinie mit einer Genauigkeit bestimmen, wie es auf keinem an-

welche die [illegible]on 10 zu 10 Tagen für die geo-
[illegible]t.

Geogrph. Breiten.	März [illegible]en. [illegible]kel.	10ten. Winkel.	20ten. Winkel.	30ten. Winkel.
80° N.	[illegible] D.	24,3′ D.	24,6′ D.	24,4′ D.
70 —	[illegible] —	12,2′ —	12,1′ —	12,2′ —
60 —	1[illegible] —	8,3′ —	8,4′ —	8,3′ —
50 —	1[illegible] —	6,5′ —	6,5′ —	6,5′ —
40 —	1[illegible] —	5,4′ —	5,5′ —	5,5′ —
20 —	[illegible] —	4,4′ —	4,5′ —	4,5′ —
0 —	[illegible] —	4,1′ —	4,2′ —	4,1′ —

Geogrph. Breiten.	Juni [illegible]n. [illegible]kel.	18ten. Winkel.	28ten. Winkel.
80° N.	2[illegible] D.	1,7′ D.	2,7′ W.
70 —	1[illegible] —	0,9′ —	1,4′ —
60 —	7[illegible] —	0,5′ —	0,9′ —
50 —	[illegible] —	0,4′ —	0,7′ —
40 —	[illegible] —		0,6′ —
20 —	[illegible] —		0,5′ —
[illegible]			[illegible]

Tafel der Tangenten für Winkel von 1′ bis 24′ und den Halbmesser 1.

Winkel.	Tangenten.	Differenz für 1′.	Winkel.	Tangenten.	Differenz für 1′.	Winkel.	Tangenten.	Differenz für 1′.
1′	0,00029	0,00029	9′	0,00262	0,00029	17′	0,00494	0,00030
2	0,00058	0,00029	10	0,00291	0,00029	18	0,00524	0,00029
3	0,00087	0,00029	11	0,00320	0,00029	19	0,00553	0,00029
4	0,00116	0,00029	12	0,00349	0,00029	20	0,00582	0,00029
5	0,00145	0,00029	13	0,00378	0,00029	21	0,00611	0,00029
6	0,00174	0,00030	14	0,00407	0,00030	22	0,00640	0,00029
7	0,00204	0,00029	15	0,00437	0,00029	23	0,00669	0,00029
8	0,00233		16	0,00466		24	0,00698	

da
ein

Abweichung der Sonne i
u.s.w. oder überhaup

Tage.	Januar	Februar.	M
1.	23° 4' 22" S.	17° 16' 55" S.	7° 49.
2.	22. 59. 27. —	16. 59. 52. —	7. 26.
3.	22. 54. 5. —	16. 42. 31. —	7. 4
4.	22. 48. 10. —	16. 24. 53. —	6. 41.
5.	22. 41. 53. —	16. 6. 58. —	6. 18.
6.	22. 35. 10. —	15. 48. 46. —	5. 54
7.	22. 28. 0. —	15. 30. 17. —	5. 31.
8.	22. 20. 23. —	15. 11. 33. —	5. 8.
9.	22. 12. 19. —	14. 52. 34. —	4. 45.
10.	22. 3. 51. —	14. 33. 20. —	4. 21.
11.	21. 54. 55. —	14. 13. 51. —	3. 58.
12.	21. 45. 33. —	13. 54. 9. —	3. 34.
13.	21. 35. 46. —	13. 34. 12. —	3. 10.
14.	21. 25. 34. —	13. 14. 3. —	2. 47.
15.	21. 14. 58. —	12. 53. 40. —	2. 23.
16.	21. 3. 57. —	12. 33. 5. —	1. 59.
17.	20. 52. 33. —	12. 12. 17. —	1. 36.
18.	20. 40. 44. —	11. 51. 19. —	1. 12.
19.	20. 28. 32. —	11. 30. 9. —	0. 48.
20.	20. 15. 57. —	11. 8. 47. —	0. 25.
21.	20. 2. 58. —	10. 47. 17. —	0. 1.
22.	19. 49. 37. —	10. 25. 36. —	0. 22.
23.	19. 35. 56. —	10. 3. 46. —	0. 45.
24.	19. 21. 51. —	9. 41. 47. —	1. 9.
25.	19. 7. 25. —	9. 19. 38. —	1. 32
26.	18. 52. 38. —	8. 57. 21. —	1. 56.
27.	18. 37. 30. —	8. 34. 56. —	2. 20
28.	18. 22. 2. —	8. 12. 24. —	2. 43.
29.	18. 6. 14. —		3. 6.
30.	17. 50. 6. —		3. 30.
31.	17. 33. 39. —		3. 53

Proportionaltheile de

24-stündige Veränderung d. Abweichung	Zeitunterschied vom näch			
	h. m. 6. 15.	h. m. 6. 30.	h. m. 6. 45	h. m. 7. 0

…n Mittage des Pariser Meridians fü…
…t für jedes 3te Jahr nach einem Schal…

…ärz.	April.	Mai.	Junius.
…45" S.	4° 16' 51" N.	14° 51' 55" N.	21° 58' 3" N.
59. —	4. 40. 0. —	15. 10. 8. —	22. 6. 19. —
7. —	5. 3. 3. —	15. 28. 5. —	22. 14. 12. —
8. —	5. 26. 1. —	15. 45. 47. —	22. 21. 42. —
4. —	5. 48. 53. —	16. 3. 13. —	22. 28. 48. —
55. —	6. 11. 40. —	16. 20. 24. —	22. 35. 31. —
41. —	6. 34. 21. —	16. 37. 17. —	22. 41. 50. —
23. —	6. 56. 55. —	16. 53. 55. —	22. 47. 45. —
0. —	7. 19. 21. —	17. 10. 16. —	22. 53. 16. —
34. —	7. 41. 40. —	17. 26. 20. —	22. 58. 23. —
5. —	8. 3. 51. —	17. 42. 5. —	23. 3. 5. —
32. —	8. 25. 54. —	17. 57. 33. —	23. 7. 23. —
57. —	8. 47. 49. —	18. 12. 43. —	23. 11. 17. —
19. —	9. 9. 35. —	18. 27. 36. —	23. 14. 47. —
39. —	9. 31. 12. —	18. 42. 9. —	23. 17. 52. —
59. —	9. 52. 39. —	18. 56. 24. —	23. 20. 32. —
18. —	10. 13. 57. —	19. 10. 19. —	23. 22. 47. —
37. —	10. 35. 5. —	19. 23. 55. —	23. 24. 37. —
56. —	10. 56. 2. —	19. 37. 11. —	23. 26. 2. —
15. —	11. 16. 48. —	19. 50. 8. —	23. 27. 3. —
33. —	11. 37. 23. —	20. 2. 45. —	23. 27. 41. —
7. N.	11. 57. 46. —	20. 15. 0. —	23. 27. 53. —
46. —	12. 17. 58. —	20. 26. 54. —	23. 27. 40. —
23. —	12. 37. 58. —	20. 38. 28. —	23. 27. 2. —
59. —	12. 57. 46. —	20. 49. 41. —	23. 26. 0. —
33. —	13. 17. 23. —	21. 0. 33. —	23. 24. 33. —
4. —	13. 36. 45. —	21. 11. 3. —	23. 22. 41. —
32. —	13. 55. 54. —	21. 21. 11. —	23. 20. 25. —
57. —	14. 14. 49. —	21. 30. 57. —	23. 17. 44. —
19. —	14. 33. 29. —	21. 40. 21. —	23. 14. 38. —
37. —		21. 49. 22. —	

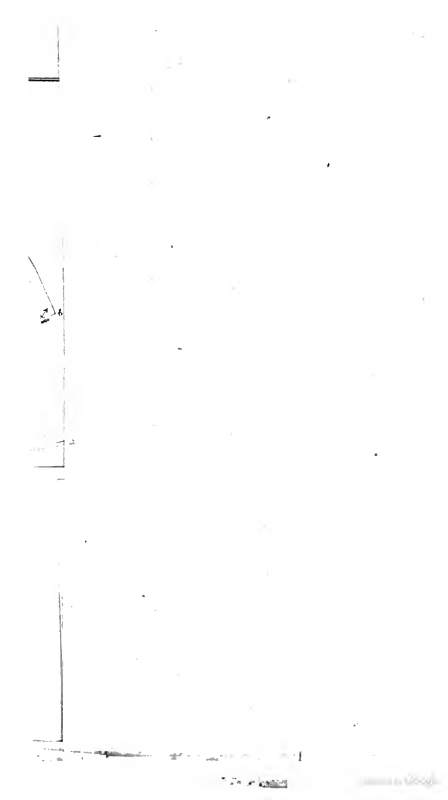
…Abweichung der Sonne.

…isten Mittag des Pariser Meridians.

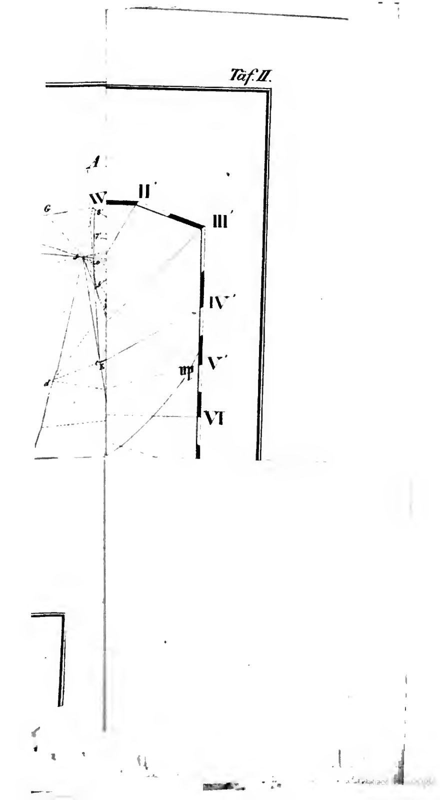
h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m…
7. 45.	8. 0.	8. 15.	8. 30.	8. 45.	9. …

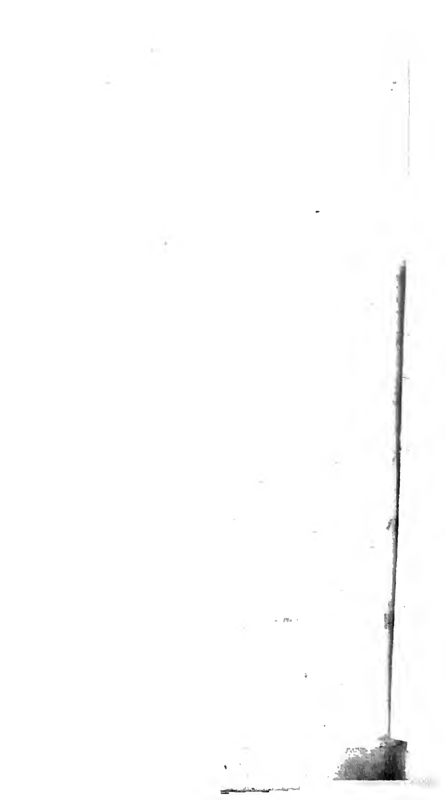
…as Jahr
…ahr, in …

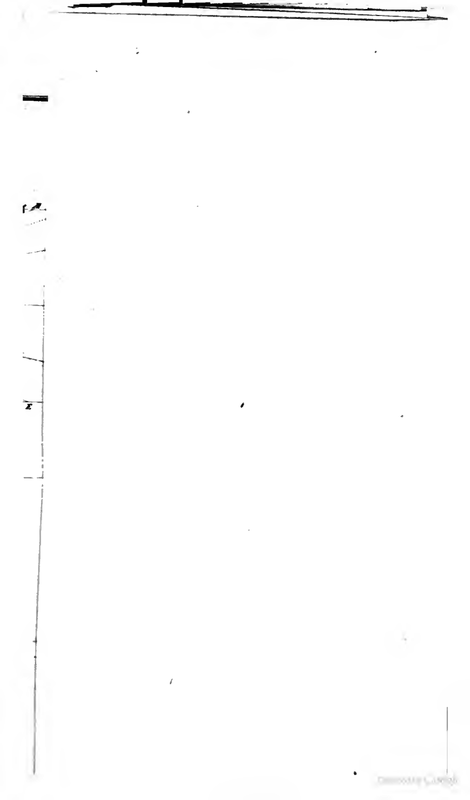
Tage.	
1.	23.
2.	23.
3.	23.
4.	22.
5.	22.
6.	22.
7.	22.
8.	22.
9.	22.
10.	22.
11.	22.
12.	22.
13.	21.






Taf. II.
A
W
II'
III'
IV'
V'
VI
G

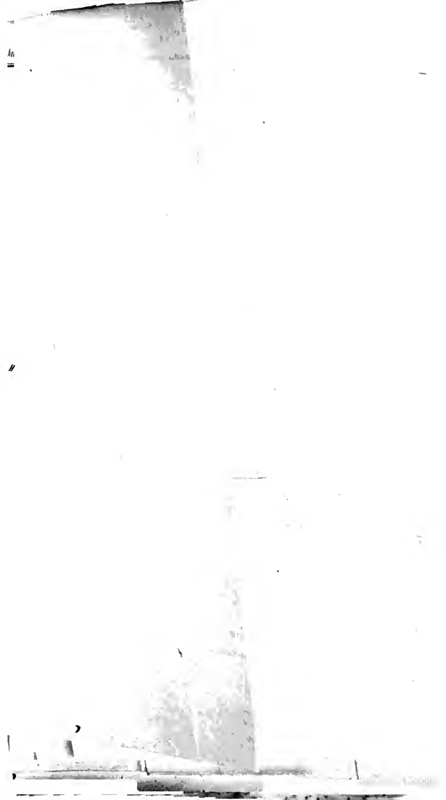


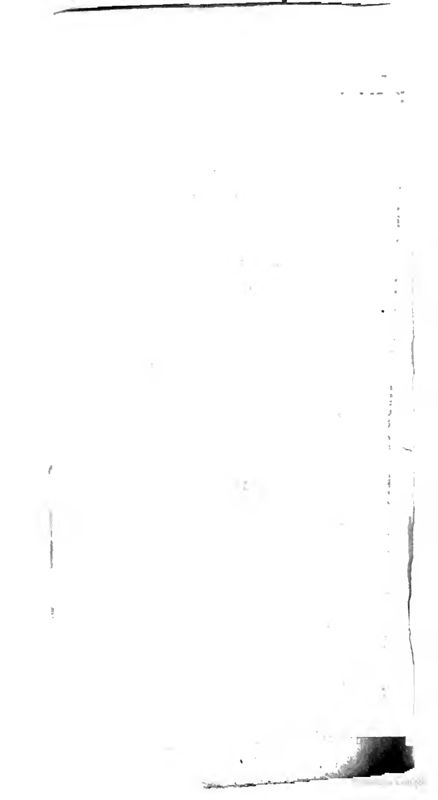


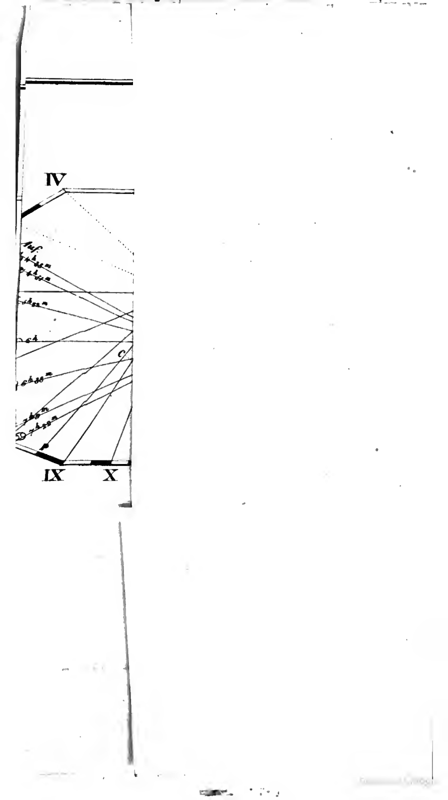




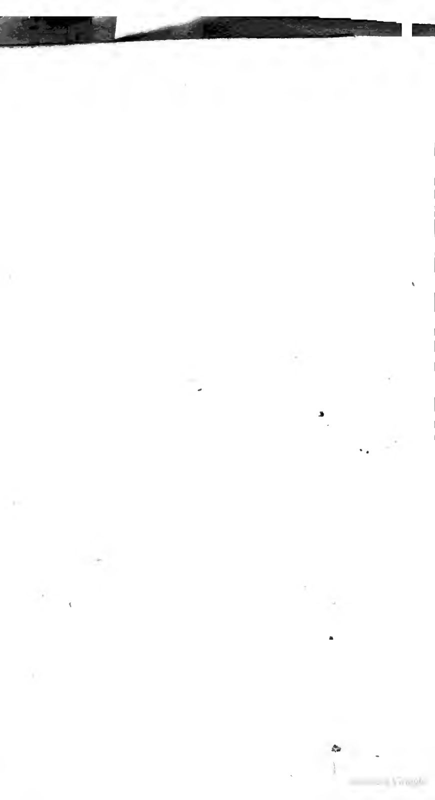




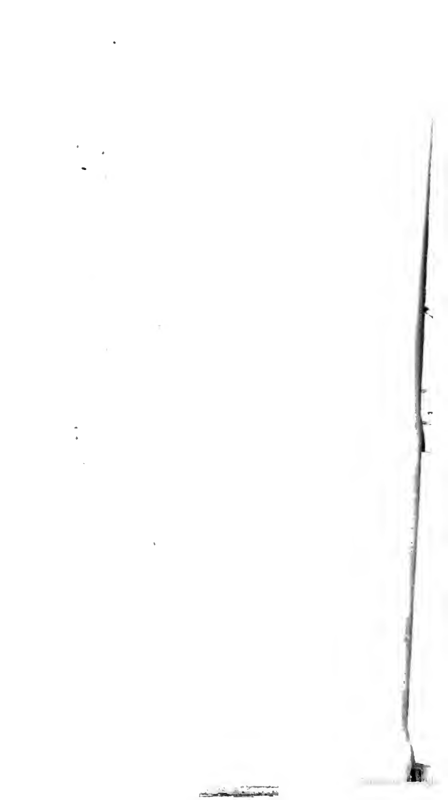




IV
IX
X

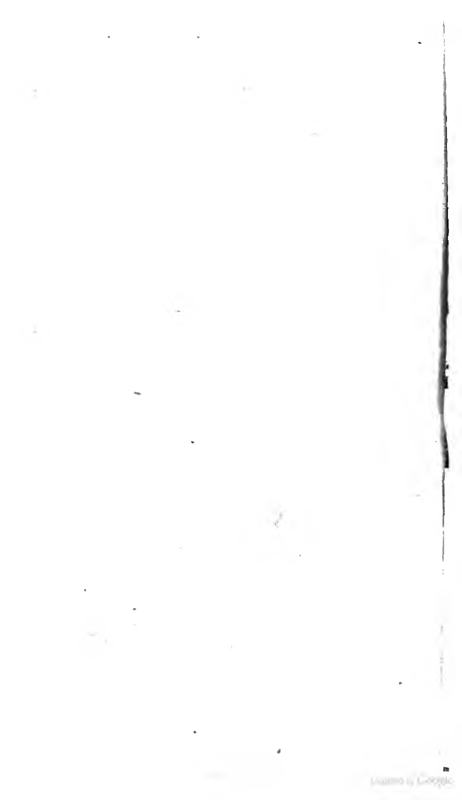


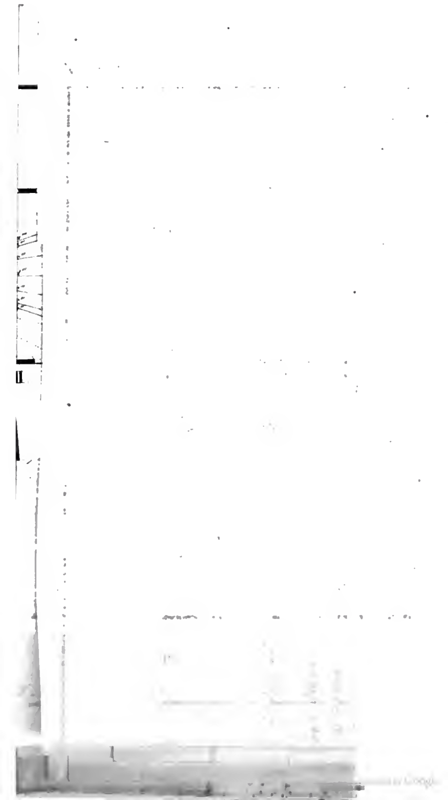


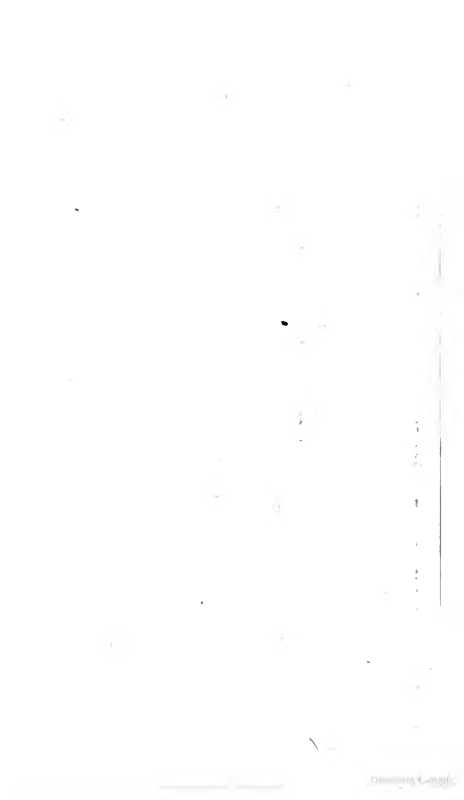


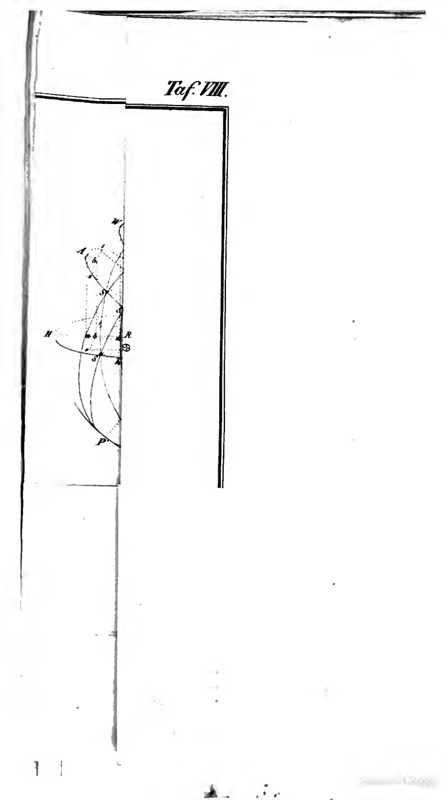
Taf. VI.

Fig. 27.








Taf. VIII.



